

Humankapitalens rolle for den økonomiske veksten i Norden

Achraf Bougroug



Mastergradsoppgave i Samfunnsøkonomi

Ved økonomisk institutt

UNIVERSITETET I OSLO

18. august 2008

Forord

Arbeidet med denne oppgaven har til tider vært utfordrende, men samtidig spennende og lærerikt. Innlevering av dette bidraget hadde ikke vært mulig uten all den hjelpen jeg har fått av min veileder, Erling Barth. Han har bidratt med gode råd til utforming av masteroppgaven, samt vært svært oppmuntrende gjennom hele arbeidsprosessen. Takk for godt samarbeid og motiverende veiledning, Erling.

Jeg vil også sende en stor takk til min kone, Ouarda, og familie som har vært tålmodige og gode støttespillere under de mest hektiske arbeidsperiodene. De har støttet meg enormt og lagt forholdene godt til rette når det gjelder arbeid med denne oppgaven. Takk også til alle mine venner fra lesesalen som gjorde studiene til en minnerik opplevelse.

Eventuelle feil og uklarheter i oppgaven er ene og alene mitt ansvar.

Oslo, 18. august 2008

Achraf Bougroug

SAMMENDRAG

De nordiske landene har bevilget store ressurser til utdanning siden andre verdenskrig, og gjennomsnittlig utdanningsnivå blant befolkningen har økt i løpet av denne perioden. Samtidig har disse landene vært preget av stor økonomisk oppgang. På bakgrunn av disse momentene prøver denne oppgaven å analysere *hvordan* humankapital gjennom utdanning påvirker økonomisk vekst i Norden.

Gjennom teorier om økonomisk vekst kan det finnes to mekanismer som skiller seg ut for hvordan humankapital påvirker økonomisk vekst. Den første tar utgangspunkt i Lucas (1988) der vekst i humankapitalen driver den økonomiske veksten, og den teknologiske fremgangen er eksogen. Den andre mekanismen ble formalisert av Nelson og Phelps (1966), og utviklet videre av Romer (1990). I følge denne teoriretningen er det nivået på humankapitalen som er viktig for den økonomiske veksten. Tankegangen her er at utdannet arbeidskraft har en fordel når det gjelder bestemte arbeidsoppgaver knyttet til innovasjon og utvikling av nye produkter samt implementering av ny produksjonsteknologi. Land med en godt utdannet arbeidsstyrke vil derfor vokse raskere fordi de vil være mer teknologisk avanserte.

Flere økonometriske flerlandsanalyser tar for seg sammenhengen mellom humankapital og økonomisk vekst. Et av disse studiene er Benhabib og Spiegel (1994) som er særlig interessant ettersom de prøver å analysere *hvordan* utdanning påvirker økonomisk vekst. Dette gjør de gjennom to typer modeller. Den ene er konsistent med Lucastilnærmingen og tar utgangspunkt i standard vekstregnskapsberegninger der humankapital inngår som en ordinær produksjonsfaktor. Den andre tilnærmingen er i samsvar med det vi kalte Nelson- og Phelps og Romer sin tilnærming. Her spesifiserer Benhabib og Spiegel (1994) en alternativ modell der Nelson og Phelps (1966) utvides med Romer (1990). Teknologisk utvikling er avhengig av humankapitalbeholdningen gjennom to kanaler; en innovasjonseffekt og en innhentingseffekt. Den førstnevnte effekten representerer Romer (1990) der et land med mer humankapital vil være mer innovativt. Den andre effekten betegner Nelson og Phelps (1966) der et land som ligger bak den ledende teknologien vil ta igjen dette forspranget raskere dersom det har en velutdannet arbeidsstyrke. Den teknologiske framgangen vil også være større jo større avstanden er til den ledende teknologien.

For å besvare spørsmålet om *hvordan* humankapital påvirker økonomisk vekst i Norden, blir rammeverket til Benhabib og Spiegel (1994) tatt i bruk. Denne oppgaven undersøker med andre ord om det er Lucastilnærmingen eller Nelson- Phelps og Romer sin tilnærming som representerer den mest relevante innfallsvinkelen. Minste kvadraters metode avslører at estimeringsresultatene for disse to tilnærmingene er stort sett i samsvar med Benhabib og Spiegel (1994). Ved bruk av humankapital som en ordinær produksjonsfaktor i et vekstregnskapsrammeverk får humankapitalvekst en insignifikant og negativ effekt på økonomisk vekst i samtlige spesifikasjoner. Altså, en modellspesifikasjon der humankapital inngår som en produksjonsfaktor på lik linje med arbeidskraft og realkapital vil ikke fange opp betydningen av utdanning i de nordiske landene. Disse estimatene reiser tvil om akkumulasjon av humankapital er en drivkraft bak økonomisk vekst i Norden.

Den alternative modellen til Benhabib og Spiegel der humankapital inntretr på nivåform gir mer oppløftende resultater. Estimaten avslører at humankapitalnivå (målt som et gjennomsnitt for hver observasjon) har en signifikant effekt på økonomisk vekst gjennom både innovasjons- og innhentingseffekten. Koeffisienten for førstnevnte er overraskende negativ, mens innhentingseffekten inntretr positivt i forklaringen på økonomisk vekst. Den statistisk signifikante effekten fra innovasjons- og innhenningskanalen tilsier dermed at det er selve utdanningsnivået og ikke økt utdanning som påvirker økonomisk vekst.

Det er imidlertid viktig å stille seg kritisk til disse resultatene. Krueger og Lindahl (1999) peker på at de ovennevnte resultatene skyldes problemet med måling av humankapital. De viser videre til at problemet med målefeil blir større når en modell estimeres på differanseform. Som en følge av Krueger og Lindahls kritikk mot resultatene i Benhabib og Spiegel, estimeres enkelte av deres spesifikasjoner i denne oppgaven. Disse inkluderer logaritmiske og lineære former for initial humankapitalbeholdning og akkumulasjon av humankapital. I motsetning til Krueger og Lindahl som påviser at initial beholdning har en signifikant effekt på økonomisk vekst, er det ikke funn av dette i denne oppgaven. Regresjonsresultatene viser også at differanseformene for humankapital inntretr med negativt fortegn, noe som skjer konsekvent gjennom hele oppgaven. Det innføres restriksjon om konstant skalautbytte i realkapital og arbeidskraft for samtlige spesifikasjoner i denne oppgaven, men dette får likevel ikke nevneverdige effekter for de allerede oppnådde estimatene.

Til tross for at de statistiske estimatene tilsier mer at det er selve humankapitalnivået, og ikke endring i humankapitalnivået eller initial beholdning av humankapital, som påvirker den økonomiske veksten i Norden, er jeg ikke i stand til å dra en endelig konklusjon. Dette skyldes først og fremst de ovennevnte svakhetene som Krueger og Lindahl (1999) peker på. En del forbedringer har forekommet, men det er fremdeles vanskelig å finne et mål som inkluderer alle faktorer som bør komme inn under en variabel for humankapital. I tillegg har innsamling og bearbeidelse av data vært preget av unøyaktighet. Utfordringen fremover blir derfor å jobbe med utvikling av et mer solid og konsistent mål for humankapital.

Det valgte rammeverket for denne oppgaven har også andre svakheter. De nordiske landene er muligens altfor like når det gjelder økonomisk levestandard, noe som kan medføre for liten variasjon i humankapital og økonomisk vekst mellom landene for den estimerte perioden. Alle de ulike regresjonene består dessuten av få observasjoner, og dette gir enda en grunn til å være skeptisk til denne oppgavens resultater. For fremtidig forskning vil det være mer hensiktsmessig å foreta en slik studie ved å inkludere flere land med ulike økonomiske levestandarder over en lengre tidsperiode. På denne måten oppnås det forhåpentligvis større variasjon mellom observasjonene.

Til slutt kan det nevnes at Minste kvadraters metode har blitt benyttet som estimeringsmetode i denne oppgaven, men det er ikke nødvendigvis den mest hensiktsmessige. Det har ikke blitt foretatt en residualanalyse som kan avsløre for eksempel heteroskedastisitet eller autokorrelasjon, og det er dermed ikke utenkelig at det finnes andre estimeringsmetoder som kunne ha gitt andre resultater. Videre er det mulig å tenke seg at resultatene er forstyrret av at årsakspilen til en viss grad kan gå den andre veien, altså at økonomisk vekst påvirker nivå eller vekst i humankapitalen. Å avdekke dette ville kreve andre estimeringsmetoder enn det som er benyttet her. Dette er en annen mangel ved oppgaven som kan utforskes i fremtiden.

Alle økonometriske kalkulasjoner i denne masteroppgaven er utført ved bruk av SPSS versjon 13.0. Microsoft Word og Excel har blitt brukt for å fremstille figurer, tabeller og tekst.

INNHold

1.	INNLEDNING	1
2.	BAKGRUNN OG DE FORMELLE MODELLENE	4
2.1	BAKGRUNN.....	4
2.2	HUMANKAPITALENS BETYDNING I ET VEKSTREGNSKAP	6
2.3	NELSON OG PHELPS (1966)	7
2.4	ROMER (1990)	10
2.5	BENHABIB OG SPIEGEL (1994)	11
3.	DATA OG DESKRIPTIV ANALYSE.....	16
3.1	HUMANKAPITAL.....	16
3.1.1	<i>Deskriptiv analyse av humankapital.....</i>	<i>19</i>
3.2	BRUTTONASJONALPRODUKT	20
3.2.1	<i>Deskriptiv analyse av BNP per capita</i>	<i>21</i>
3.3	DESKRIPTIV ANALYSE AV REALKAPITAL	23
3.4	DESKRIPTIV ANALYSE AV POPULASJON	24
4.	ESTIMERINGSRESULTATER.....	25
4.1	MODELL PÅ NIVÅFORM	26
4.2	VEKSTREGNSKAPSMODELLEN	28
4.3	MODELLEN TIL BENHABIB OG SPIEGEL	31
4.4	KRUEGER OG LINDAHL	34
5.	KONKLUSJON	37
	REFERANSELISTE	40

APPENDIKS	43
APPENDIKS A. MODELLSPESIFIKASJONER MED KONSTANT SKALAUTBYTTE	43
APPENDIKS B. DATASETT.....	50

1. Innledning

Det er en utbredt tanke at en utdannet befolkning blir ansett som en viktig faktor for økonomisk vekst. De nordiske landene og andre OECD- land har bevilget store ressurser til utdanning siden andre verdenskrig, og gjennomsnittlig utdanningsnivå blant befolkningen har økt i løpet av denne perioden. Denne økningen har imidlertid vært ulik mellom de nordiske landene. Gjennomsnittlig utdanningsnivå i Norge har økt mest med nesten 6 år¹ i perioden 1960-2000. På den andre siden av skalaen finner vi Danmark som hadde en økning på under et år.

De nordiske landene har i løpet av den samme perioden vært preget av stor økonomisk vekst. Av disse landene hadde Norge høyest vekstrate i bruttonasjonalprodukt per capita. Norges nivå i år 2000 var omtrent 3.5 ganger høyere enn i 1960, og dette resulterer i en gjennomsnittlig årlig vekst på 3.2 prosent. Sverige hadde derimot lavest økonomisk vekst med BNP per capita som var 2.3 ganger høyere i 2000 i forhold til 1960, noe som tilsvarer en gjennomsnittlig årlig vekstrate på 2.1 prosent².

På bakgrunn av de ovennevnte resultatene ønsker jeg å se på *hvordan* humankapital gjennom utdanning påvirker økonomisk vekst i Norden³. I de senere årene har det blitt publisert en lang rekke analyser som ser på sammenhengen mellom humankapital og økonomisk vekst. Blant disse studiene finner vi en flerlandsanalyse av Benhabib og Spiegel (1994) som er særlig interessant ettersom de prøver å analysere *hvordan* utdanning påvirker økonomisk vekst. Utgangspunktet for denne oppgaven vil derfor være deres arbeid. I motsetning til Benhabib og Spiegel som bruker 78 land i studiene sine, fokuseres det kun på de nordiske landene. Datasettet vil derfor være mindre i denne oppgaven, men til gjengjeld vil tilgjengeligheten og kvaliteten på dataene være forhåpentligvis bedre. Nordiske data består stort sett av høy kvalitet, og det vil dermed være mindre sannsynlighet for at støybefengte og

¹ Denne statistikken er basert på data for gjennomsnittlig utdanningsnivå for befolkningen over 15 år i Barro og Lee (2001)

² Beregningene er basert på "Real GDP per capita (Laspeyres)" fra "World Penn Table 6.2".

³ Norden er betegnelsen på de skandinaviske landene Norge, Sverige og Danmark samt de ikke-skandinaviske landene Finland og Island. De danske selvstyrte områdene Grønland og Færøyene samt det finske selvstyrte området Åland regnes også som tilhørende Norden, men disse er ikke inkludert i denne oppgaven.

utelatte variabler forårsaker økonometriske vanskeligheter. Denne studien tar for seg perioden 1960-2000 og vil derfor også være mer oppdatert enn Benhabib og Spiegel (1994) som benytter data for perioden 1965-1985.

Kapittel 2 starter med bakgrunnen for to mekanismer som beskriver hvordan humankapital påvirker økonomisk vekst. Den ene tar utgangspunkt i Lucas (1988) og fokuserer på akkumulasjon av humankapital i forklaringen på økonomisk vekst. Den andre kan beskrives gjennom Nelson og Phelps (1966) og Romer (1990) som legger vekt på humankapitalnivå. Videre i kapitlene 2.2-2.5 utledes to formelle modeller som danner grobunn for denne oppgaven. Den første modellen reflekterer en Lucastilnærming og tar utgangspunkt i standard vekstregnskapsberegning med humankapital som produksjonsfaktor og en eksogen teknologiprosess. Den andre modellen er inspirert av Nelson og Phelps (1966) og Romer (1990). Her er teknologisk framgang avhengig av humankapitalnivå gjennom to kanaler. Den første kanalen er en innovasjonseffekt som tilsier at et land med mer humankapital vil være mer innovativt. Den andre kanalen er en innhentingseffekt der et land som ligger langt bak den ledende teknologien vil ta igjen dette forspranget raskere dersom det har en velutdannet arbeidsstyrke. Den teknologiske framgangen vil også være større jo større avstanden er til den ledende teknologien.

Kapittel 3 gir en deskriptiv analyse av variablene som blir tatt i bruk. Fokuset er imidlertid satt på inntekt per capita og humankapital. Her blir det blant annet diskutert noen kritiske momenter ved måling av humankapital. Denne deskriptive analysen viser også at det eksisterer forskjeller i utviklingen av BNP per capita og gjennomsnittlig utdanningsnivå mellom de nordiske landene.

De formelle modellene blir estimert⁴ i kapittel 4, og regresjonsresultatene er stort sett i samsvar med Benhabib og Spiegel (1994). Endring i humankapital inntreffer insignifikant og negativt i forklaringen på økonomisk vekst i samtlige spesifikasjoner. Ved estimering av en alternativ modell som Benhabib og Spiegel spesifiserer, fremkommer det resultater som tyder på at humankapitalnivå påvirker økonomisk vekst gjennom både innovasjons- og innhentingseffekten. Kapittel 4.4 presenterer Krueger og Lindahl (1999) som er kritiske til resultatene i Benhabib og Spiegel (1994). I denne forbindelsen analyseres alternative

⁴ Statistikkprogrammet SPSS versjon 13.0 er anvendt i denne oppgaven.

spesifikasjoner der både logaritmiske og lineære former for initial humankapitalbeholdning og akkumulasjon av humankapital inngår. Resultatene fra disse modellene står i kontrast til Krueger og Lindahl ettersom vi finner at humankapital har en insignifikant effekt på økonomisk vekst i samtlige spesifikasjoner.

2. Bakgrunn og de formelle modellene

Denne oppgaven tar for seg *hvordan* humankapital påvirker økonomisk vekst, og det gis derfor et kort innblikk i relevant vekstteori⁵ før en kvantitativ undersøkelse blir foretatt. Kapittel 2.1 gir en kort presentasjon av to hovedmekanismer som eksisterer for sammenhengen mellom humankapital og økonomisk vekst, nemlig Lucastilnærmingen og Nelson-Phelps og Romer sin tilnærming. Den førstnevnte mekanismen er beskrevet nærmere ved hjelp av et vekstregnskapsrammeverk i kapittel 2.2. Hovedmodellen i denne oppgaven er inspirert av Benhabib og Spiegel (1994) som tar utgangspunkt i Nelson og Phelps (1966) og Romer (1990). Det gis derfor en presentasjon av disse to sistnevnte arbeidene i kapittel 2.3 og 2.4, før det avsluttes med Benhabib og Spiegel i kapittel 2.5.

2.1 Bakgrunn

Gjennom teorier om økonomisk vekst kan vi finne flere mekanismer for *hvordan* humankapital påvirker økonomisk vekst. Det er imidlertid to mekanismer som skiller seg ut. Den første tar utgangspunkt i Lucas (1988) der humankapital blir ansett som en ordinær produksjonsfaktor, og akkumulasjon av denne kapitalen gjennom utdanning driver den økonomiske veksten. Ideen er at utdanning blir ansett som en investering der inntekter man gir avkall på ved å studere, utgjør størstedelen av investeringskostnaden. Dermed vil utdanning medføre tap av inntekt i dag, men arbeidsinntektene vil øke i fremtiden. Lucas sin modell indikerer derfor at en godt utdannet arbeidsstyrke vil ha høyere inntekt, og land med høyere vekst i humankapital vil ha sterkere økonomisk vekst.

Den andre mekanismen ble formalisert av Nelson og Phelps (1966), og utviklet videre av Romer (1990). Tankegangen er at utdannet arbeidskraft har en fordel når det gjelder bestemte arbeidsoppgaver knyttet til innovasjon og utvikling av nye produkter samt implementering av ny produksjonsteknologi. Det er med andre ord lettere å ta i bruk ny teknologi hvis arbeidsstyrken er godt utdannet. Nelson og Phelps peker dessuten på at

⁵ Relevant vekstteori er hentet fra Hægeland og Møen (2000).

utdannet arbeidskraft er mer produktiv kun hvis det er teknologisk framgang. Uten denne teknologiske framgangen vil den økonomiske veksten stoppe opp. Den tilgjengelige teknologien er imidlertid eksogent gitt, men implementeringsraten for teknologien og den økonomiske veksten avhenger av utdannelsen til arbeidsstyrken. En utdannet arbeidskraft blir betegnet som en viktig forutsetning for teknologiske forbedringer som kan skje gjennom innovasjon, imitasjon eller implementering av nye produksjonsmetoder. I følge denne teoriretningen er det nivået på humankapitalen som er viktig for den økonomiske veksten. Land med en godt utdannet arbeidsstyrke vil derfor vokse raskere fordi de vil være mer teknologisk avanserte.

De siste årene har ulike studier blitt presentert der teknologiutviklingen blir endogenisert samtidig som man antar at utdannet arbeidskraft har en fordel ved arbeidsoppgaver tilknyttet innovasjon og forskning. Et av disse er Romer (1990) der teknologisk framgang kommer som en følge av bevisste beslutninger tatt av profittmaksimerende agenter. I likhet med Nelson og Phelps, er den utdannede arbeidskraften mer produktiv enn den ufaglærte, og spesielle typer arbeidsoppgaver krever utdanning. I denne modellen finner vi både ufaglært og utdannet arbeidskraft, og den langsiktige økonomiske veksten er avhengig av beholdningen av utdannet arbeidskraft.

I den senere tid har det blitt introdusert flere økonometriske flerlandsanalyser som inkluderer variabler som kan påvirke den økonomiske veksten, blant annet utdanningsnivå. Et av disse studiene er Benhabib og Spiegel (1994) som er interessant ettersom de prøver å analysere *hvordan* utdanning påvirker økonomisk vekst. På mange måter kan Benhabib og Spiegel (1994) betegnes som en analyse av hvilken av de to ovennevnte mekanismene som er den riktige spesifikasjonen av humankapital i forklaringen på økonomisk vekst. De presenterer to typer modeller. Den ene er konsistent med Lucastilnærmingen og tar utgangspunkt i standard vekstregnskapsberegninger der humankapital inngår som en ordinær produksjonsfaktor, og den teknologiske framgangen er eksogen. Den andre tilnærmingen er i samsvar med det vi kalte Nelson- og Phelps og Romer sin tilnærming. Her utvides Nelson og Phelps (1966) med Romer (1990), og den teknologiske utviklingen er avhengig av humankapitalnivå gjennom to kanaler; en innovasjonseffekt og en innhentingseffekt. Den førstnevnte effekten representerer Romer (1990) der et land med mer humankapital vil være mer innovativt. Den andre effekten betegner Nelson og Phelps (1966) der et land som ligger langt bak den ledende teknologien vil hente inn forspranget raskere dersom det har en

velutdannet arbeidsstyrke. Den teknologiske framgangen vil også være større jo større avstanden er til den ledende teknologien.

For å besvare spørsmålet om *hvordan* humankapital påvirker økonomisk vekst i Norden, blir arbeidet til Benhabib og Spiegel (1994) tatt i bruk. Denne oppgaven undersøker med andre ord om det er Lucastilnærmingen eller Nelson- Phelps og Romer sin tilnærming som representerer den mest relevante innfallsvinkelen. De formelle modellene i denne oppgaven er inspirert av Benhabib og Spiegel og konstruert slik det har blitt gjort i deres artikkel. I de neste delkapitlene følger en presentasjon av to rammeverk som skal analysere linken mellom humankapital og økonomisk vekst. Den første viser humankapitalens betydning i et vekstregnskap. Denne metoden er etablert på et neoklassisk grunnlag, men den har også en del til felles med Lucastilnærmingen. Det andre rammeverket tar utgangspunkt Benhabib og Spiegel (1994) der Nelson og Phelps (1966) blir utvidet med Romer (1990), og den teknologiske prosessen er endogen.

2.2 Humankapitalens betydning i et vekstregnskap

I studiet av sammenhengen mellom humankapital og økonomisk vekst er det en vanlig tilnærming å behandle humankapital som en produksjonsfaktor, på lik linje med andre faktorer som realkapital og arbeidskraft. For å illustrere dette vil et vekstregnskapsrammeverk bli tatt i bruk. Ved en slik metodikk vil sammenhengen mellom utdanning og produktivitetsvekst være knyttet til akkumulasjon av humankapital. Denne modellen har mye til felles med Lucastilnærmingen der vekst i humankapital driver den økonomiske veksten.

Vekstregnskapsberegningene bygger på en aggregert produktfunksjon der inntekt per capita (Y) avhenger av tre produksjonsfaktorer; arbeidskraft (L), realkapital (K) og humankapital (H). Den teknologiske framgangen (A) inntreer som en eksogen variabel i modellen. Vi antar følgende aggregerte produktfunksjon:

$$(1) \quad Y_t = A_t K_t^\alpha L_t^\beta H_t^\gamma \varepsilon_t$$

Ettersom inntekt per capita er venstresidevariabel, har vi følgende tolkning av α , β og γ :

α = elastisiteten til realkapital i en standard produktfunksjon.

β = elastisiteten til arbeidskraft i en standard produktfunksjon minus 1.

γ = elastisiteten til humankapital i en standard produktfunksjon.

Ved bruk av logaritmisk differensiering kan langsiktig vekst fra tid (t) 0 til T formuleres slik:

$$(2) \quad (\ln Y_T - \ln Y_0) = (\ln A_T - \ln A_0) + \alpha(\ln K_T - \ln K_0) \\ + \beta(\ln L_T - \ln L_0) + \gamma(\ln H_T - \ln H_0) + (\ln \varepsilon_T - \ln \varepsilon_0)$$

Ifølge denne modellen vil en positiv og signifikant koeffisient for beholdningsendringen av humankapital vise at akkumulasjon av humankapitaler en viktig pådriver for økonomisk vekst.

2.3 Nelson og Phelps (1966)

Som det ble påpekt i beskrivelsen av vekstregnskapsrammeverket er humankapital en produksjonsfaktor på lik linje med realkapital og sysselsetting. I Lucas sin modell er humankapital like produktiv i alle anvendelser, men en utdannet arbeidskraft har imidlertid fortrinn når det gjelder visse arbeidsoppgaver. Det som er underliggende i dette er teorien om at utdanning forbedrer en persons egenskap til å motta, tolke og forstå informasjon. Enkelte arbeidsoppgaver er rutinepreget, mens andre er mer dynamiske og krever tilpasning til endringer. Utdanning er mest sannsynlig viktigst for de sistnevnte arbeidsoppgavene. Dette gjelder spesielt innovasjon og utvikling av nye produkter samt implementering av produksjonsteknologi. Disse tankene ble formalisert av Nelson og Phelps (1966).

Nelson og Phelps antar at den teknologiske framgangen er Harrod – nøytral, altså arbeidskraften multipliseres med teknologinivået (A). Produktfunksjonen blir spesifisert slik:

$$(3) \quad Y_t = F[K_t, A_t L_t]$$

I tillegg til dette presenteres et annet konsept om teoretisk teknologinivå (T). Dette er definert som ypperste teknologinivå som kan forekomme hvis kunnskapsspredning skjer umiddelbart. Det er altså et mål på beholdningen av kunnskap som er tilgjengelig i økonomien. Det teoretiske teknologinivået utvikler seg eksogent med en konstant eksponentiell rate λ :

$$(4) \quad T_t = T_0 e^{\lambda t}, \quad \lambda > 0$$

Nelson og Phelps danner seg en hypotese om at den teknologiske utviklingen (\dot{A}_t) er avhengig av utdanningsnivå og et teknologisk gap:

$$(5) \quad \dot{A}_t = c(H)[T_t - A_t]$$

Ved å dividere med A_t får vi et uttrykk for teknologisk vekstrate:

$$(6) \quad \frac{\dot{A}_t}{A_t} = c(H) \left[\frac{T_t - A_t}{A_t} \right], \quad c(0) = 0, \quad c'(H) > 0$$

Likning (6) viser at teknologiveksten er en økende funksjon av utdanningsnivået, $c(H)$, og proporsjonal med gapet, $(T_t - A_t)/A_t$. Ved å anta eksponentiell vekst for den teoretiske teknologien og konstant H , får vi to interessante observasjoner:

1) Hvis utdanningsnivået er høyt nok slik at $\dot{A}_t/A_t > \lambda$ til å begynne med, da vil det teknologiske gapet bli mindre. Dette reduserer videre \dot{A}_t/A_t . Gapet fortsetter å bli mindre inntil \dot{A}_t/A_t har falt ned til verdien λ . Ved dette punktet er systemet i likevekt med et konstant gap. Vi ser dermed at hvis H er positiv vil den langsiktige vekstraten for den teknologiske framgangen være λ og uavhengig av utdanningsnivået.

2) Likevektsgapet er en minkende funksjon av utdanningsnivå. Dette betyr at økt utdanningsnivå øker teknologinivået på lang sikt.

Begge disse to resultatene er vist likning (7) nedenfor, som er løsningen på differensiallikningen (5), gitt likning (4):

$$(7) \quad A_t = \left(A_0 - \frac{c}{c + \lambda} T_0 \right) e^{-\lambda t} + \frac{c}{c + \lambda} T_0 e^{\lambda t}$$

Likning (7) impliserer videre at likevekten for den teknologiske framgangen er gitt ved:

$$(8) \quad A_t^* = \frac{c(H)}{c(H) + \lambda} T_0 e^{\lambda t}$$

Likevektsgapet blir dermed:

$$(9) \quad \frac{T_t - A_t^*}{A_t^*} = \frac{\lambda}{c(H)}$$

I en teknologisk stagnert økonomi ($\lambda = 0$) vil gapet nærme seg null for hver $H > 0$. I en teknologisk progressiv økonomi ($\lambda > 0$) vil det være et positivt likevektsgap for hver H og λ . Likevektsgapet er økende i λ og minkende i H .

Likning (10) nedenfor viser at elastisiteten for langsiktig likevektsnivå for teknologisk framgang med hensyn på H er økende i λ :

$$(10) \quad \frac{\partial A_t^*}{\partial H} \frac{H}{A_t^*} = \left[\frac{H \phi'(H)}{\phi(H)} \right] \left[\frac{\lambda}{\phi(H) + \lambda} \right]$$

Dette indikerer at avkastningen ved økt utdanning er større desto større teknologisk framgang. Nelson og Phelps konkluderer med at å inkludere humankapital som en produksjonsfaktor i et vekstregnskapsrammeverk kan være en betydelig misspesifikasjon av forholdet mellom utdanning og produksjon.

2.4 Romer (1990)

Benhabib og Spiegel (1994) tar blant annet utgangspunkt i Romer (1990), og det gis derfor en kort presentasjon av hans arbeid⁶. Romer inkluderer både en ufaglært og utdannet arbeidskraft, og i likhet med Nelson og Phelps (1966) er det noen spesielle oppgaver som krever utdanning. Modellen består av en forskningssektor, en innsatsvaresektor og en ferdigvaresektor. Forskningssektoren benytter seg av utdannet arbeidskraft. Denne sektoren tar også i bruk eksisterende kunnskapsbeholdning til å produsere ny kunnskap, altså oppfinne nye innsatsvarer til ferdigvareproduksjonen. Innsatsvarene og begge typer arbeidskraft benyttes i ferdigvareproduksjonen. Flere tilgjengelige innsatsvarer gjør denne sektoren mer produktiv. Romer antar videre at nyutviklede innsatsvarer gjør ikke eksisterende innsatsvarer gammeldagse. Innsatsvarene produseres med samme teknologi som ferdigvarene og ved hjelp av prototyper fra forskningssektoren. Forskningssektoren selger patentrettigheter til innsatsvaresektoren, og innsatsvareprodusenter som kjøper en patent får rett til å produsere den aktuelle innsatsvaren. Forskere kan fritt studere eksisterende innsatsvarer i arbeidet med å utvikle nye.

Produksjonsteknologien i forskningssektoren er gitt ved

$$(11) \quad \dot{A} = \delta H_R A.$$

A er i denne modellen definert som kunnskapsnivået (et mål på antall innsatsvarer som er utviklet), H_R er antall høyt utdannede arbeidere som jobber i forskningssektoren, og δ er et mål på effektiviteten i forskningssektoren. Denne modellen forteller at en forsker er mer produktiv i dag enn en forsker en generasjon tilbake fordi han kan dra nytte av en større kunnskapsbase.

Likning (11) viser at det er konstant utbytte med hensyn på både kunnskap og utdannet arbeidskraft i forskningssektoren. Dette impliserer at forskningsmulighetene aldri blir uttømt, og dette er drivkraften bak den varige økonomiske veksten. Hvorvidt forskningsmulighetene

⁶ Denne presentasjonen er basert på Hægeland og Møen (2000) som gir en kort oppsummering av Romer (1990).

kan bli uttømt kan diskuteres⁷. Romer begrunner denne hypotesen med at det ikke har vært noe tegn på avtagende utbytte med hensyn på forskning.

2.5 Benhabib og Spiegel (1994)

Benhabib og Spiegel utvider Nelson og Phelps (1966) ved å legge til en endogen vekstkomponent $g(H)$, inspirert av Romer (1990), som en forklaringsvariabel for den teknologiske framgangen. Formålet med denne komponenten er å vise at humankapitalnivå forbedrer et lands evne til å utvikle sine egne teknologiske innovasjoner. Veksten i teknologinivået spesifiseres derfor slik:

$$(12) \quad \frac{\dot{A}_t}{A_t} = g(H) + c(H) \left[\frac{T_t - A_t}{A_t} \right]$$

Her er g og c voksende funksjoner av H , og T er fortsatt det eksogent gitte teoretiske teknologinivået. Det første leddet representerer vekstmekanismen i Romer (1990), det at en økonomi med mer humankapital vil være mer innovativ (en innenlandsk innovasjonseffekt). Romer (1990) studerte hvordan markedsinsentiver bestemmer allokeringen av H mellom produksjon av goder og oppfinnsomme aktiviteter som bidrar til vekst i A , mens den totale mengden av H blir behandlet som eksogen. For enkelthetens skyld ser Benhabib og Spiegel (1994) bort fra disse viktige poengene relatert til allokering og produksjon av H . Humankapitalen blir antatt eksogent gitt og et høyere nivå med H forårsaker en større vekst i A .

Det andre leddet gjenspeiler mekanismen i Nelson og Phelps (1966), det at en økonomi med mye humankapital lettere vil kunne ta i bruk tilgjengelig teknologi. Sammenligning av flere land medfører at Benhabib og Spiegel tar høyde for spredning av teknologi mellom land. De går derfor litt lengre enn spesifikasjonen ovenfor og erstatter det eksogene teoretiske teknologinivået med teknologien til det ledende landet. Innhenting av teknologi skjer nå

⁷ Jones (1995) analyserer dette ved å ta utgangspunkt i Romer sin modell og antar avtagende utbytte med hensyn på kunnskap. Her finner han støtte for en hypotese om avtagende utbytte.

ikke opp mot et eksogent gitt teknologinivå, men mot den ledende økonomien. Mer presist spesifiserer vi veksten i teknologinivået for et land i slik:

$$(13) \quad \frac{\dot{A}_{it}}{A_{it}} = g(H_i) + c(H_i) \left[\frac{\max_j A_{jt} - A_{it}}{A_{it}} \right], \quad i = 1, \dots, n.$$

Både den endogene vekstraten $g(H_i)$ og koeffisienten for innhentingseffekten $c(H_i)$ er voksende funksjoner av H . Vi kan dermed si at utdanningsnivået forbedrer et lands evne til å utvikle sine egne teknologiske innovasjoner og samtidig evnen til å tilegne seg og implementere teknologier som er utviklet andre steder.

Likning (13) utgjør et system med differensiallikninger som er enkelt å analysere. Først ser vi at et ledende land med høyest initialt teknologinivå, $A_L(0)$, vil bli forbigått av et annet land som har et høyere utdanningsnivå. Dette er tilfellet fordi det ledende landet vokser med raten $g(H_L)$, eller:

$$(14) \quad A_t = A_L(0)e^{g(H_L)t}$$

Vekstraten til et land i med høyere humankapital, H_i , er større enn $g(H_i)$ ettersom det er også påvirket av en innhentingsfaktor. Dermed har vi:

$$(15) \quad A_{it} > A_i(0)e^{g(H_i)t}$$

Ettersom $g(H_i) > g(H_L)$, eksisterer det en τ slik at for $t > \tau$ har vi $A_i(t) > A_L(t)$. Hvis land i er i ledelsen, kan det også bli dratt igjen av et annet land j med lavere initial teknologi $A_j(0)$ ($A_j(0) < A_L(0)$), men høyere utdanningsnivå slik at $g(H_j) > g(H_L)$. Merk at teknologinivået A_L til det ledende landet L kan ikke bli dratt igjen av et land med lavere utdanningsnivå. Hvis landet F som følger etter noen gang skulle ta igjen det ledende landet ville vi hatt $A_L = A_F$, og innhentingseffekten ville blitt utlignet. Da ville landet med høyeste utdanningsnivå vokse videre.

Observasjonene ovenfor impliserer at uavhengig av distribusjonen av initialt teknologinivå, vil landet med høyest utdanningsnivå ved et tidspunkt \hat{t} passere teknologinivåene til alle de andre landene og opprettholde ledelsen inn i fremtiden. Dette vil ikke nødvendigvis skje hvis ikke utdanningsfortrinnet opprettholdes. Dynamikken ved teknologien kan dermed lett bli karakterisert utover \hat{t} , og uten å miste det generelle, kan vi anta $\hat{t} = 0$. Teknologinivået til et ledende land m vokser med raten $g(H_m)$, slik at

$$(16) \quad A_{mt} = A_m(0)e^{g(H_m)t}$$

Generelt er vekstraten for teknologiveksten for hvert land i gitt ved

$$(17) \quad \frac{\dot{A}_{it}}{A_{it}} = g(H_i) + c(H_i) \left[\frac{A_{m0}e^{g(H_m)t} - A_{it}}{A_{it}} \right]$$

Forenkling gir

$$(18) \quad \frac{\dot{A}_{it}}{A_{it}} = [g(H_i) - c(H_i)] + c(H_i) \left[\frac{A_{mt}}{A_{it}} \right]$$

Denne differensiallikningen har følgende løsning:

$$(19) \quad A_{it} = \left[A_i(0) - \Omega A_{m0} e^{[g(H_i) - c(H_i)]t} + \Omega A_{m0} e^{g(H_m)t} \right]$$

$$\text{der } \Omega = \frac{c(H_i)}{c(H_i) - g(H_i) + g(H_m)}.$$

Nelson og Phelps (1966) studerte tilfellet med $g(H_i) = 0$ og at utdanningsnivået H_i påvirker teknologiveksten A_i kun på kort sikt. Her var den asymptotiske vekstraten gitt ved den eksogene vekstraten for teoretisk teknologi. Tilfellet ovenfor viser imidlertid at effektene fra $g(H_i)$ på veksten i A_i varer mye lengre hvis $g(H_i) > c(H_i)$. Dessuten vil konvergens til en felles vekstrate bli tregere enn i modellen til Nelson og Phelps (1966).

På lang sikt må lederen fremdeles vokse ettersom veksten forårsaket av $g(H_m)$ er større enn den andre vekstkomponenten $g(H_i)$ i hvert land. Dette kan umiddelbart bli sett fra det

asymptotiske forholdet $\frac{A_{it}}{A_{mt}}$:

$$(20) \quad \lim_{t \rightarrow \infty} \frac{A_{it}}{A_{mt}} = \lim_{t \rightarrow \infty} \left[\frac{A_{i0} - \Omega A_{m0}}{A_{m0}} \right] e^{[g(H_i) - c(H_i) - g(H_m)]t} + \Omega$$

Forenklet får vi:

$$(21) \quad \lim_{t \rightarrow \infty} \frac{A_{it}}{A_{mt}} = \Omega$$

ettersom $[g(H_i) - c(H_i) - g(H_m)] < 0$. Det følger dermed at A_i og A_m vokser asymptotisk med raten $g(H_m)$. Dermed ser vi at på lang sikt vil det landet med høyest utdanningsnivå fungere som et "vekstlokomotiv" ved at den tilgjengelige kunnskapen ekspanderes. Alle andre land går gjennom innhentingseffekten og vokser med samme rate på sikt.

Merk at et land med veldig lavt teknologinivå kan ha en mye høyere vekstrate enn lederen på grunn av innhentingseffekten. På den andre siden kan land som er temmelig nære når det gjelder både teknologi og utdanningsnivå ha lavere vekstrater enn lederen fordi innhentingseffekten kan være insignifikant relativt til utdanningsgapet. Det følger dermed at det kan være vanskelig å observere den positive effekten av utdannelse på teknologivekst.

Vi trenger en mer strukturell spesifisering for både den teknologiske veksten og vekst i BNP per capita som er i henhold til den nevnte teorien. Benhabib og Spiegel (1994) spesifiserer en modell for sammenhengen mellom utdanning og økonomisk vekst der det teknologiske nivået avhenger direkte av humankapitalnivået. Ved å anta Cobb- Douglas produktfunksjon har vi:

$$(22) \quad Y_t = A_t(H_t)K_t^\alpha L_t^\beta$$

Bruk av logaritmedifferensiering gir følgende forhold for langsiktig vekst fra tid 0 til T:

$$(23) \quad (\ln Y_T - \ln Y_0) = [\ln A_T(H_t) - \ln A_0(H_t)] + \alpha(\ln K_T - \ln K_0) \\ + \beta(\ln L_T - \ln L_0) + (\ln \varepsilon_T - \ln \varepsilon_0)$$

Første leddet i (23) uttrykker teknologiveksten. Som nevnt tidligere, avhenger den av to faktorer. Den første er humankapitalnivået som reflekterer effekten fra innenlandsk innovasjon. Den andre faktoren tar for seg humankapitalnivå og et lands teknologiske avstand til lederen, altså en innhentingseffekt. Benhabib og Spiegel (1994) gir derfor følgende strukturelle spesifikasjon for veksten i teknologinivået for et land i:

$$(24) \quad [\log A_T(H_t) - \log A_0(H_t)]_i = c + gH_i + mH_i \left[\frac{Y_{\max} - Y_i}{Y_i} \right]$$

c representerer eksogen teknologisk framgang. gH_i er endogen teknologisk progress

assosiert med et lands evne til innenlandsk innovasjon. $mH_i \left[\frac{Y_{\max} - Y_i}{Y_i} \right]$ representerer

teknologisk spredning fra utlandet. Leddet med innenlandsk innovasjon indikerer at humankapitalbeholdning forbedrer den teknologiske framgangen. Innhentingseffekten viser at ved å holde humankapitalnivået konstant, vil land med lavere initiale produksjonsnivåer erfare raskere teknologivekst. Kombinasjon av (23) og (24) gir følgende estimeringslikning:

$$(25) \quad (\ln Y_T - \ln Y_0) = c + (g - m)H_i + mH_i \left(\frac{Y_{\max}}{Y_i} \right) + \alpha(\ln K_T - \ln K_0) \\ + \beta(\ln L_T - \ln L_0) + (\ln \varepsilon_T - \ln \varepsilon_0)$$

Merk at det er at nivået på humankapitalen, og ikke veksten som inngår i uttrykket. Dette humankapitalnivået er dessuten målt som et gjennomsnitt i estimeringsperioden.

3. Data og deskriptiv analyse

I kapittel 2 ble det teoretiske rammeverket fra Benhabib og Spiegel (1994) konstruert, og de ulike modellene viste *hvordan* humankapital påvirker økonomisk vekst. Denne sammenhengen skal analyseres for de nordiske landene. Før vi går videre til selve analysen ser vi på en nærmere beskrivelse av variablene som tas i bruk. Ettersom denne studien tar for seg sammenhengen mellom humankapital og økonomisk vekst, settes fokus på nettopp disse variablene nedenfor. Måling og utvikling av disse faktorene over tid og forskjeller mellom landene er vektlagt i kapittel 3.1-3.2. En kort deskriptiv analyse av realkapital og populasjon blir foretatt til slutt i kapitlene 3.3 og 3.4.

3.1 Humankapital

Mange økonomer⁸ på 1950- tallet utviklet teorier om humankapital. Metodene for å finne mål på humankapital var ikke gode, og det var tydeligvis behov for forbedringer. I den senere tid har det vært mer fokus på denne faktoren i forklaringen på økonomisk vekst, og kvaliteten på mål for humankapital har blitt bedre de siste årene. Dessverre innebærer måling av humankapital flere utfordringer. Fokuset settes i hovedsak på to problemer⁹. Det første gjelder feil ved innsamling av data. Dette kan heldigvis lett håndteres ved en mer nøye gjennomgang av data. Det andre problemet er større og går på feilspesifisering av målet på humankapital. Det er med andre ord uklart hva som bør inkluderes i målingen av humankapital i ulike land, og dette har ført til inkonsistente og uklare metoder for måling. En slik forskjell i definisjoner på tvers av landegrenser kan føre til feilvurdering av humankapitalens påvirkning på økonomisk vekst.

Det har blitt gjort flere forsøk på å måle humankapital opp gjennom historien, og spesielt tre elementer ble satt fokus på; lese- og skrivekyndige voksne, skoleinnskrivningsrate og gjennomsnittlig antall år med utdanning. Sistnevnte har vært den mest brukte definisjonen.

⁸ Økonomer som Theodore W. Schultz, Gary S. Becker og Jacob Mincer.

⁹ Wössmann (2003)

Denne spesifikasjonen kan vise seg å være uheldig å bruke som et mål på humankapital¹⁰. Grunnen til dette er mange. For det første vil bruk av gjennomsnittlig utdanning oppfattes som en homogen variabel. Dette er mindre korrekt ettersom det er ulik kvalitet på blant annet utdanningsinstitusjoner og pensum. For det andre sier mikroøkonomisk teori at det er avtagende marginalutbytte av utdanning. Ved bruk av gjennomsnittlig utdanning som mål vil et års ekstra utdanning gi samme proporsjonale økning i humankapitalen uansett antall år en person har studert.

Gjennomsnittlig utdanning kan fremdeles fungere som et godt mål for humankapital, hvis de relative lønningene mellom arbeidere med forskjellige utdanningsnivå er nesten identiske i de nordiske landene til forskjellig tid. Hvis ikke dette er tilfellet, og lønninger er et fornuftig mål på kvaliteten på utdanning, vil denne tilnærmingen ikke reflektere kvalitetsforskjeller i de nordiske lands utdanningssystemer. Mens inntektsspredningen i Norge har vært stabil¹¹, var den mindre i 1981 enn i 1968 i Sverige¹². Dessuten førte et ekstra skoleår til over fire prosents inntektsøkning i Norge, Danmark og Sverige på 1990-tallet, mens i Finland var denne økningen på seks prosent. Inntektsspredningen i Finland var dermed ulik de andre landene, noe som svekker bruk av gjennomsnittlig utdanning som humankapital i de nordiske landene.

Det finnes arbeid som presenterer indekser som prøver å unngå disse problemene. Et eksempel er Mulligan og Sala-i-Martin (2000) som prøver å danne et mål bedre enn gjennomsnittlig skolegang som en spesifikasjon på humankapital. Uheldigvis har ikke et slikt mål blitt formet på en konsistent måte på tvers av land og for den tidsperioden oppgaven baserer seg på. Til tross for de nevnte problemene vil jeg gjøre som i flere flerlandsstudier og bruke gjennomsnittlig skolegang som mål på humankapital. Topel (1999) og Barro og Lee (2001) støtter denne beslutningen. I deres arbeid blir empiriske analyser foretatt med mange former for humankapital inkludert. Begge arbeidene kommer fram til at formell utdanning er den viktigste spesifikasjonen for humankapital i forklaringen på økonomisk vekst.

¹⁰ Mulligan og Sala-i-Martin (2000)

¹¹ Hægeland, Klette og Salvanes (1999)

¹² Bjørklund (1999)

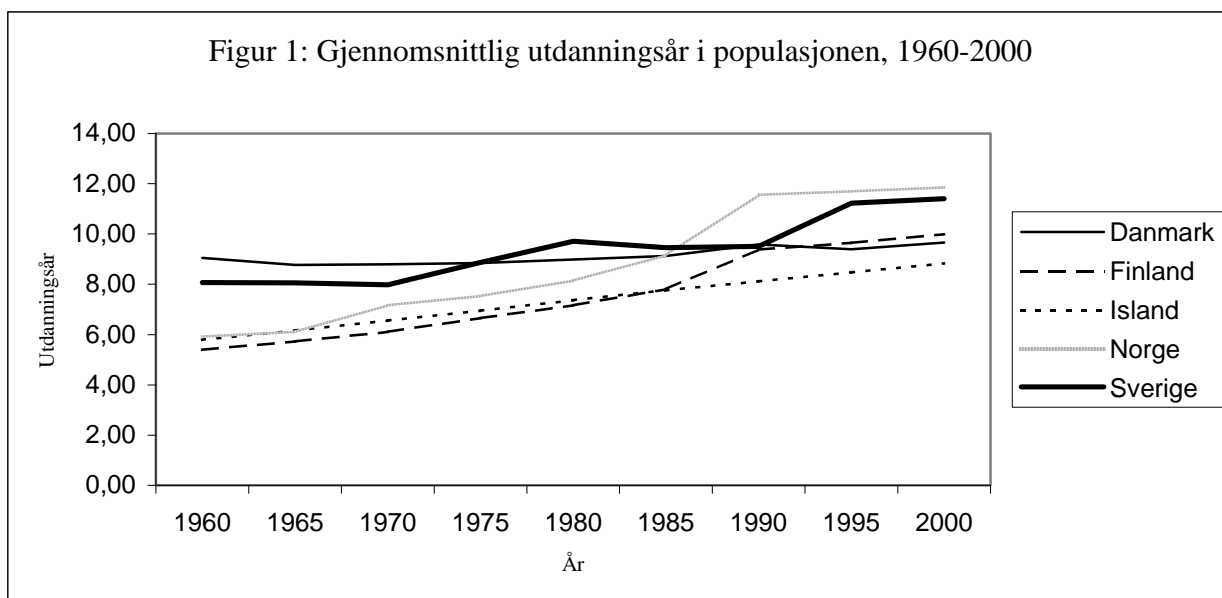
Variabelen for humankapital er hentet fra Barro og Lee (2001) der gjennomsnittlig utdanningsnivå i befolkningen fra 15 år og oppover blir tatt i bruk. Deres datasett er et av de mest brukte i flerlandsanalyser som ser på linken mellom humankapital og økonomisk vekst. Barro og Lee har prøvd å forbedre tidligere studier som brukte skoleinnskrivningsrater og rater for lese- skrivekyndige som mål på humankapital. Deres første datasett målte graden av oppnådd utdanning som spesifisering på humankapital. Barro og Lee har siden oppdatert og forbedret datasettet tre ganger. Variabelen for humankapital som blir brukt i denne oppgaven kommer nettopp fra deres siste datasett. Her har de oppdatert data fra 1960 til 1995. Samtidig har de laget prognoser frem til år 2000. Dette siste datasettet har flere forbedringer. De brukte tidligere en såkalt innflyllingsmetode som tok for seg brutto eller netto innskrivningsrate. Nå bruker de derimot brutto innskrivningsrater som er justert for gjentakelse når de skal fylle inn data for bortfalte observasjoner. Denne metodikken viser tilførselen av nye utdannede personer mer presist. De tar også hensyn til endringer i varighet av en utdanning i ulike land. Dette gjør de ved å se på endringen av det konkrete timeantallet for hver utdanning, noe som vil kunne reflektere endring av kunnskapsmengde.

Barro og Lee (2001) sin spesifisering for formell utdanning gir en god tilnærming til gjennomsnittlig utdanning som mål for humankapital. Som en del av argumentasjonen for sitt arbeid, sammenligner de sine funn med blant annet OECDs egne tall på utdanningsoppnåelse. OECD har en egen database for utdanning for aldersgruppen 25 til 64 i år 1990. Dataene er sortert i fire klasser fra lavere skolegang til universitetsutdanning. Korrelasjonen mellom disse dataene og Barro og Lees data er 0.78 for lavere utdanning og 0.87 for høyere utdanning.

Det er viktig å være klar over at det er fortsatt noen ulemper ved deres arbeid. Barro og Lee (2001) tar ikke hensyn til at mennesker lærer og erfarer etter en utdanning. Dessuten vil ikke forskjeller i kvaliteten på ulike utdannelser bli tatt høyde for.

3.1.1 Deskriptiv analyse av humankapital

Figur 1 avslører at vekstraten for den gjennomsnittlige skolegangen i populasjonen fra 1960 til 2000 har vært varierende mellom de nordiske landene. Norge og Finland har hatt høyest vekst med henholdsvis 5.93 og 4.59 år. Deretter følger Sverige, Island og Danmark med 3.34, 3.04 og 0.61 år. Over disse 40 årene var den gjennomsnittlige årlige veksten for gjennomsnittlig utdanning i Norge, Finland, Island, Sverige og Danmark på henholdsvis 1.75, 1.55, 1.06, 0.87 og 0.16 prosent.



Figur 1 viser også at forskjellen i gjennomsnittlig skolegang i 2000 mellom de nordiske lands befolkning er relativt stor, alle med verdier mellom omtrent 9 og 12 år. Norge og Sverige toppe med henholdsvis 11.85 og 11.41 år. Deretter følger Finland og Danmark med 9.99 og 9.66 år. I år 2000 hadde Island lavest gjennomsnittlig utdanning i befolkningen med 8.83 år. Legg også merke til Danmark som hadde høyeste initiale humankapital med 9.05, men som har blitt innhentet av Finland, Sverige og Norge i løpet av denne perioden med 40 år.

3.2 Bruttonasjonalprodukt

Bruttonasjonalprodukt er det mest brukte målet for et lands levestandard til tross for at det utelater flere viktige faktorer som påvirker folks levestandard. I rammeverket til Benhabib og Spiegel (1994) forenkles det ved å anta at endringen i BNP per sysselsatt er lik BNP per capita, men dette er ikke tilfelle i virkeligheten. Variasjonen for BNP per capita er generelt større enn for BNP per sysselsatt. For enkelthetens skyld velger jeg til tross for dette å bruke BNP per capita. Det er utfordrende å måle sysselsettingen på en konsistent måte på tvers av landegrensene, og BNP per capita er målt mer presist.

Ved bruk av BNP i flerlandsanalyser er det nødvendig å måle BNP per capita i samme enhet for å kunne få en korrekt sammenligning. Dette impliserer bruk av kjøpekraftspariteter der innenlandsk pengeenhet kan konverteres til en felles pengeenhet. Bruk av bare valutakurs i en slik konvertering vil være mindre korrekt ettersom det er ulike prisnivåer mellom land¹³. Det er flere utfordringer ved konstruksjon av kjøpekraftspariteter. Hovedproblemet er inkonsistens mellom nasjonalregnskap som brukes for å lage disse paritetene. Ulike syn på hvordan dette skal løses har ført til forskjellige datasett. To eksempler på dette er Penn World Table, konstruert første gang av Summers og Heston (1991), og Maddison (1995). Moen (2001) analyserer begge disse to studiene for de nordiske landene, og han finner store forskjeller mellom datasettene¹⁴. Ifølge denne studien er det mer hensiktsmessig med Maddison (1995) i flerlandsanalyser ved bruk av vekst i BNP per capita. Dette er begrunnet med at vekstratene fra dette datasettet er mer konsistent med nasjonalregnskapet for de ulike landene.

Til tross for at datasettet til Maddison kan virke mer fornuftig å ta i bruk, er variabelen for BNP hentet fra "Penn World Table", laget av Summer og Heston (1991). Dette skyldes av den enkle grunnen at Maddison (1995) mangler data for Island. I løpet av de siste årene har det vært flere oppdateringer av Penn World Table. Benhabib og Spiegel (1994) brukte datasettet til Summers-Hestons (1991). I denne oppgaven blir "Penn World Table 6.2" tatt i

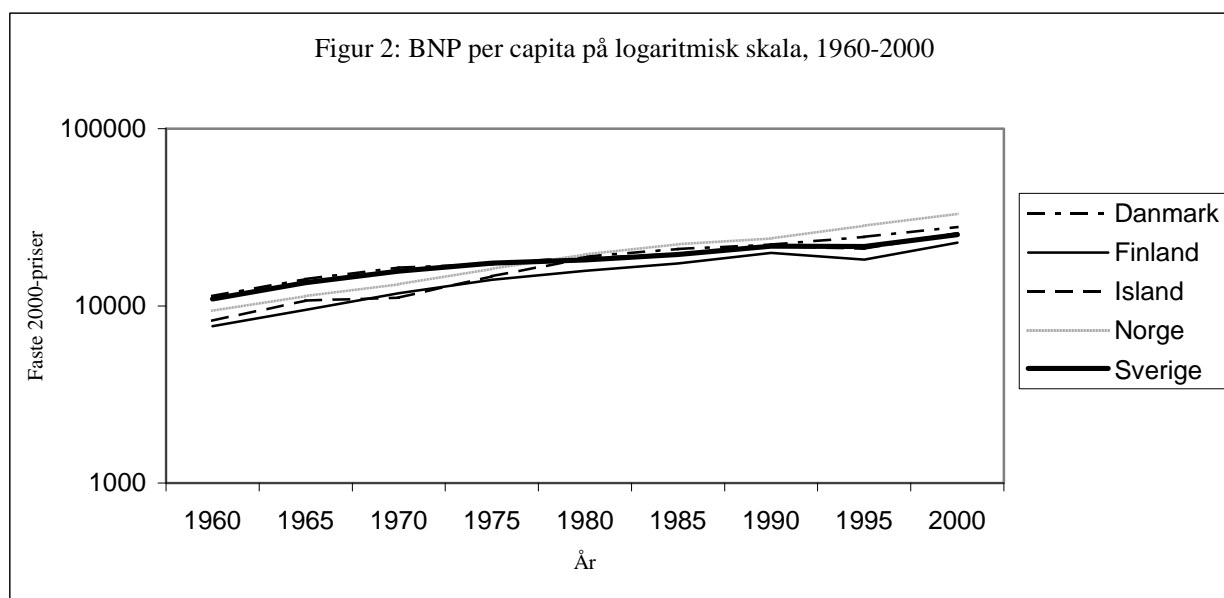
¹³ Rødseth (1993)

¹⁴ Moen (2001) sammenligner Summers og Heston (1991) og Maddison (1995).

bruk, som er den nyeste utgaven. BNP- variabelen som har blitt valgt er "Real GDP per capita (Laspeyres)" der basisåret er 2000.

3.2.1 Deskriptiv analyse av BNP per capita

PPP- justert BNP per capita i konstante 2000- priser for de nordiske landene er presentert i figur 2. Her ser vi at de disse landene har erfart en betydelig økning i BNP nivå per capita. Norges nivå i 2000 er omtrent 3.5 ganger høyere enn i 1960, noe som gjør Norge til det landet med høyest vekstrate i den analyserte perioden, etterfulgt av Island, Finland, Danmark og Sverige med BNP per capita i 2000 som er henholdsvis 3.1, 3.0, 2.5 og 2.3 ganger høyere enn i 1960.

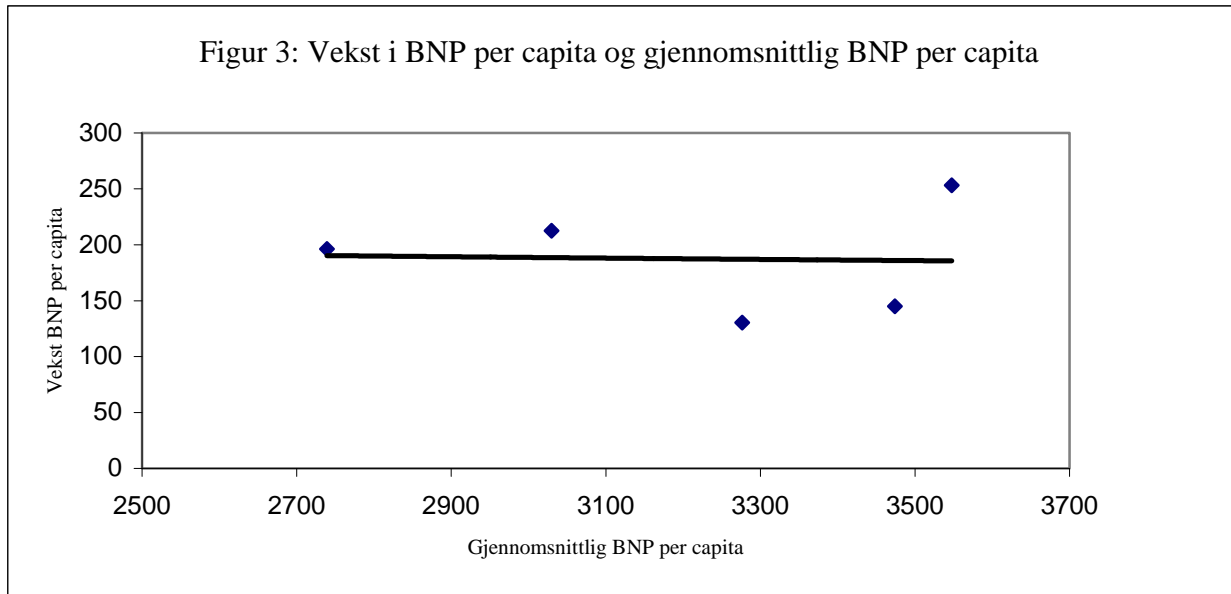


Over denne perioden med 40 år, var den gjennomsnittlige årlige veksten i BNP per capita i Norge, Island, Finland, Danmark og Sverige på henholdsvis 3.2, 2.9, 2.8, 2.3 og 2.1 prosent. Vi ser at Danmark hadde den høyeste initiale BNP per capita, men dette har blitt innhentet i løpet av perioden av Norge.

Det er vanskelig å avklare om landene har erfart konvergens i den økonomiske veksten.

Figur 3 finner derimot et så vidt negativt forhold mellom vekstrate og gjennomsnittlig BNP

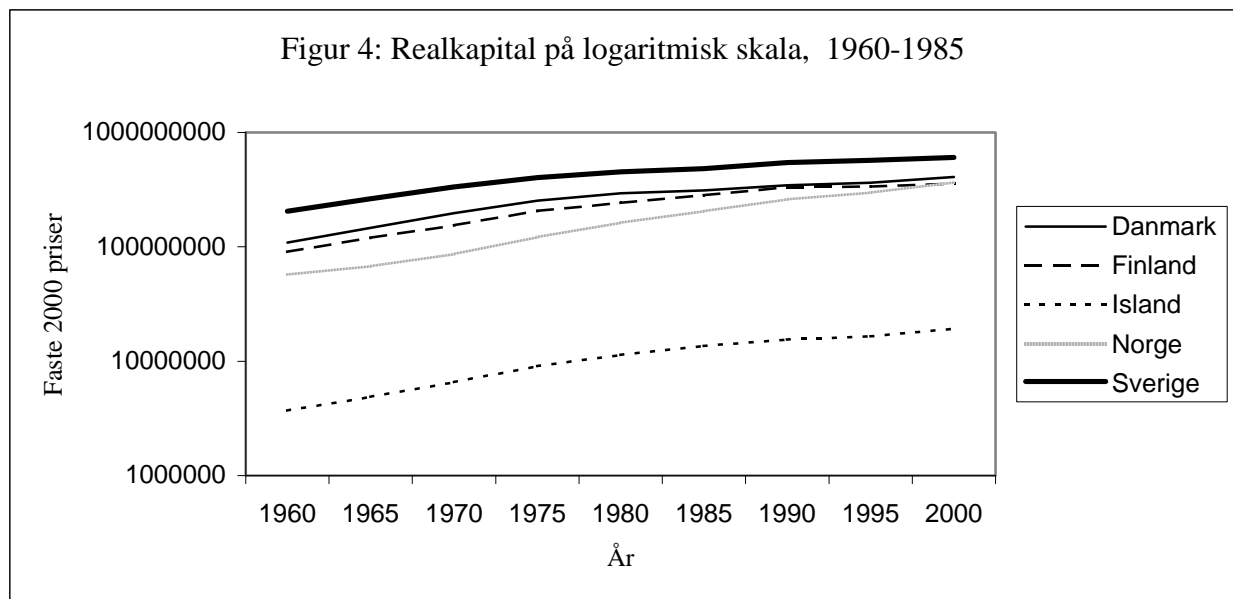
nivå per innbygger. Ved bruk av SPSS finner jeg at dette negative forholdet er likevel ikke statistisk signifikant¹⁵.



¹⁵ En regresjonsanalyse med vekstrate som avhengig variabel og gjennomsnittlig BNP per capita som forklaringsvariabel avslører at koeffisienten for sistnevnte er insignifikant på 5 prosent konfidensnivå med en t- verdi lik -0.041 .

3.3 Deskriptiv analyse av realkapital

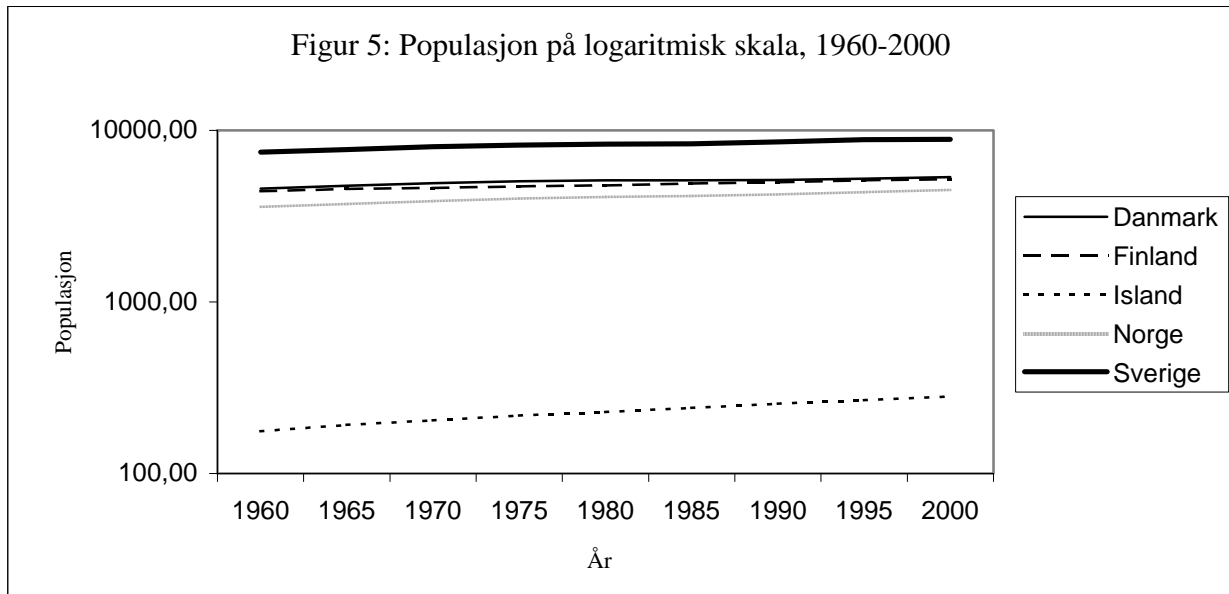
Data for realkapital som brukes i denne oppgaven er foreløpig upublisert og tilsendt fra "Center for International Comparisons og Production, Income and Prices". Dette senteret står også bak "World Penn Tables". Dataene er målt i faste 2000- priser, og en nærmere deskriptiv analyse er gitt nedenfor.



Figur 4 viser at vekstraten i realkapital fra 1960 til 2000 har vært varierende mellom de nordiske landene. Norges beholdning av realkapital har vokst mest i løpet av denne perioden med 40 år. Realkapitalen i år 2000 var omtrent 6.4 ganger høyere i forhold til 1960. Deretter følger Island, Finland, Danmark og Sverige med realkapital i 2000 som er henholdsvis 5.20, 3.95, 3.74, 2.95 ganger høyere enn i 1960.

3.4 Deskriptiv analyse av populasjon

Som det ble argumentert for i kapittel 3.2 brukes BNP per capita i dette studiet. Data for populasjonen i de nordiske landene er hentet fra Penn World Data 6.2. En illustrasjon over utviklingen i dette datasettet er gitt i figur 5.



Figur 5 viser at befolkningsveksten fra 1960 til 2000 har vært varierende mellom de nordiske landene. Islands befolkning har vokst mest i løpet av denne perioden. Det var 1.6 ganger flere mennesker på Island i år 2000 i forhold til 1960. Deretter følger Norge og Sverige med populasjon som er henholdsvis 1.26 og 1.19 ganger høyere enn i 1960. Danmark og Finland hadde 40 ganger høyere. Over denne perioden med 40 år var den gjennomsnittlige årlige befolkningsveksten i Island, Norge og Sverige på henholdsvis 1.18, 0.6 og 0.43 prosent. Både Danmark og Finland vokste omtrent med 0.4 prosent per år.

4. Estimeringsresultater

De formelle modellene ble presentert i kapittel 2. Her kom det fram at humankapital inntretr på forskjellige former avhengig av modellspesifikasjonen. Den første spesifikasjonen er gitt ved en vekstregnskapsmodell, og den andre er modellen beskrevet i Benhabib og Spiegel (1994). Under dette kapitlet vil jeg vise de empiriske resultatene for de ulike modellspesifikasjonene ved å ta i bruk Minste kvadraters metode.

Begge spesifikasjonene som ble beskrevet i kapittel 2 tar utgangspunkt i en Cobb- Douglas produktfunksjon. Det kan være interessant å se hvordan denne funksjonen ser ut når den estimeres på nivåform. Dette kapitlet starter derfor først med et innblikk i hvordan nivåer påvirker økonomien. I kapittel 4.2 estimeres vekstregnskapsmodellen som er en variant av Lucastilnærmingen. Videre i kapittel 4.3 blir det foretatt en empirisk undersøkelse av den alternative modellen til Benhabib og Spiegel (1994). Til slutt ser vi på Krueger og Lindahl (1999) som retter kritikk mot resultatene til Benhabib og Spiegel. I denne forbindelsen analyseres alternative spesifikasjoner fra deres arbeid.

Benhabib og Spiegel (1994) brukte kun en utvalgsperiode som strakk seg over 25 år. Til gjengjeld hadde de hele 78 land i utvalget, og de utforsket ikke tidsdimensjonen i datasettet. I min analyse setter jeg imidlertid fokus på kun fem land, og det er dermed viktig å ta hensyn til tidsaspektet for å kunne få flere observasjoner. Ettersom Barro og Lee (2001) tar i bruk femårige data for humankapitalvariabelen for perioden 1960-2000, vil dette begrense datasettet til å bestå av femårsperioder fra år 1960 til 2000. Vi får dermed et datasett med 45 observasjoner i det tilfellet der alle variablene er på nivåform. Ved bruk av differanseformer får vi en observasjon mindre for hvert land, og vi ender dermed opp med 40 observasjoner.

4.1 Modell på nivåform

Utgangspunktet er en standard Cobb- Douglas produktfunksjon der inntekt per capita (Y) er avhengig av totalfaktorproduktivitet (A) og to produksjonsfaktorer; realkapital (K) og populasjon (L). For land i har vi:

$$(26) \quad Y_{it} = A_{it} K_{it}^{\alpha} L_{it}^{\beta} \varepsilon_{it}$$

der

α = elastisiteten til realkapital i en standard produktfunksjon.

β = elastisiteten til arbeidskraft i en standard produktfunksjon minus 1.

Bruk av logaritmer gir følgende estimeringsuttrykk:

$$(27) \quad \ln Y_{it} = \ln A_{it} + \alpha \ln K_{it} + \beta \ln L_{it} + \ln \varepsilon_{it} \quad , t = 1960, 1965, \dots, 2000$$

Ulike spesifikasjoner av likning (27) er estimert, og regresjonsresultatene er oppsummert i tabell 1. Realkapital inntreer med positiv koeffisient i alle spesifikasjonene, og den er statistisk signifikant på en prosent konfidensnivå i de aller fleste spesifikasjonene. Unntaket er modell 3 der vi finner en insignifikant effekt for realkapital i forklaringen på økonomisk vekst. Når det gjelder koeffisienten for populasjon finner vi at den er negativ og statistisk signifikant i kun de tre første modellene. For den siste modellen har vi en positiv og insignifikant effekt. Tabell 1 viser også at koeffisienten for populasjon er nesten lik minus koeffisienten for realkapital i modell 1-3, slik den vil være når det er konstant skalaутbytte i realkapital og arbeidskraft. En analyse av (26) med restriksjonen om konstant skalaутbytte, altså $\alpha + \beta = 0$, ble foretatt for alle modellene i tabell 1 uten at estimatene fikk en betydelig forandring. Resultatene fra denne analysen med restriksjoner er presentert i appendiks A¹⁶.

¹⁶ Appendiks A viser regresjonsresultater fra samtlige modeller i denne oppgaven der antakelsen om konstant skalaутbytte i realkapital og arbeidskraft har blitt benyttet. Tabell A1-A4 viser at denne antakelsen har nesten ingen påvirkning på koeffisientestimatene for humankapital.

Modell 1 er en enkel spesifikasjon som inkluderer kun logaritmen til realkapital og populasjon som forklaringsvariabler. Denne spesifikasjonen utvides, og humankapital på logaritmisk form inkluderes i modell 2. Tabell 1 viser at koeffisientene for realkapital og populasjon synker i absoluttverdi. Den mest interessante observasjonen er imidlertid koeffisienten for humankapital som er positiv og statistisk signifikant på en prosent konfidensnivå. Altså, på nivåform har humankapital en positiv effekt på inntekt pr capita. Benhabib og Spiegel (1994) analyserer liknende modell der de ser på to perioder, årene 1965 og 1985. De finner tilsvarende resultater for året 1985, men ikke 1965.

Tabell 1: Regresjonsresultater fra produktfunksjon på nivåform. Avhengig variabel: $\ln Y$.

	(1)	(2)	(3)	(4)
Konstant	-3.036* (0.843)	0.114 (0.993)	5.006* (1.525)	-4.318** (1.739)
$\ln K$	0.720* (0.048)	0.471* (0.069)	0.187 (0.094)	0.504* (0.063)
$\ln L$	-0.708* (0.053)	-0.493* (0.065)	-0.198** (0.095)	0.082 (0.210)
$\ln H$	-	0.710* (0.159)	0.610* (0.140)	0.059 (0.098)
Tid	-	-	0.012* (0.003)	0.005** (0.002)
Dummy-Finland	-	-	-	-0.163* (0.031)
Dummy-Island	-	-	-	1.734* (0.588)
Dummy-Norge	-	-	-	0.256* (0.048)
Dummy-Sverige	-	-	-	-0.341* (0.097)
Observasjoner	45	45	45	45
R^2 justert	0.838	0.888	0.917	0.978

$\ln X$ betyr den naturlige logaritmen til variabel X. Standardavvik er oppgitt i parentesene

**5 % konfidensnivå

*1 % konfidensnivå

Det er vanlig å inkludere en tidsindeks eller trendvariabel i regresjonslikninger som tar utgangspunkt i tidsserier. Denne tidsvariabelen kan fungere som en proxy for en variabel

som påvirker den avhengige variabelen og som ikke er direkte observerbar, men som er høyt korrelert med tid. I estimeringen av produktfunksjoner kan en trendvariabel bli inkludert som proxy for teknologisk forandring. Når den avhengige variabelen er på logaritmisk form vil koeffisienten til trendvariabelen tolkes som en vekstrate. Denne variabelen innføres i modell 3, og vi ser at dette har ingen nevneverdig effekt på humankapital som fortsatt er statistisk signifikant på en prosent konfidensnivå. Effekten på koeffisientene for realkapital og populasjon reduseres betraktelig i absolutt verdi, der kun den sistnevnte har en signifikant effekt. Trendvariabelen har imidlertid en signifikant effekt på en prosent konfidensnivå.

For å teste ut eventuelle landeffekter inkluderes dummyer for hvert av de nordiske landene, der Danmark er referanselandet. Inkludering av disse variablene medfører en insignifikant koeffisient for humankapital som reduseres betydelig i verdi. Modell 4 viser at alle dummyene er statistisk signifikante på en prosent konfidensnivå, og det eksisterer derfor store landeffekter, særlig for Island.

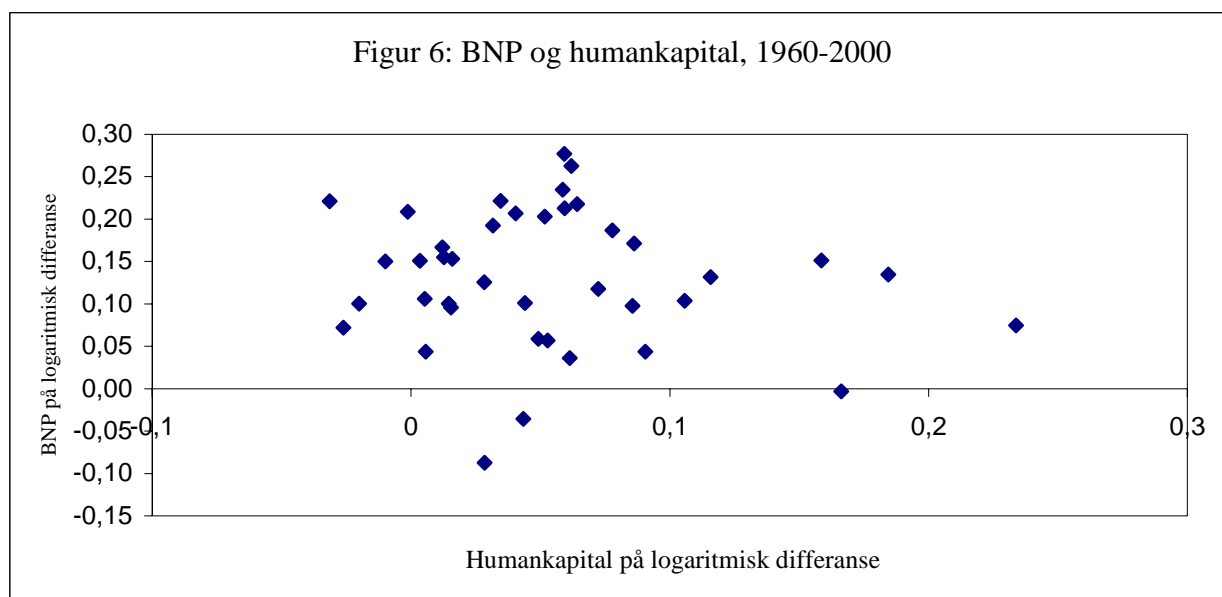
4.2 Vekstregnskapsmodellen

Utleddning av den formelle modellen ble gitt i kapittel 2. I motsetning til likning (2) som tok for seg kun en periode fra tid 0 til T, analyseres nå femårsperioder fra 1960 til 2000. Dette er gitt ved (2'). Modellen tar utgangspunkt i standard vekstregnskapsberegning der humankapital inngår som en selvstendig produksjonsfaktor. Ved å ta i bruk en Cobb-Douglas produktfunksjon og bruke logaritmisk differensiering får vi følgende modell som estimeres for land i:

$$(2') \quad (\ln Y_{it} - \ln Y_{it-5}) = (\ln A_{it} - \ln A_{it-5}) + \alpha(\ln K_{it} - \ln K_{it-5}) + \beta(\ln L_{it} - \ln L_{it-5}) \\ + \gamma(\ln H_{it} - \ln H_{it-5}) + (\ln \varepsilon_{it} - \ln \varepsilon_{it-5}) \quad , t = 1965, 1970, \dots, 2000$$

Før gjennomføring av regresjonen kan man se at ovennevnte spesifikasjon vil lite sannsynlig kunne gi resultater som impliserer en sterk rolle for humankapitalvekst. Dette ser vi ved å observere forholdet mellom logaritmiske differanser for BNP per capita og humankapital for

perioden 1960-2000 i figur 1. En korrelasjonsanalyse avslører dessuten at korrelasjonen mellom de ovennevnte variablene er negativ og på kun -0.133 .



Tabell 2 viser estimater for ulike spesifikasjoner som har blitt estimert på differanseform. Den første modellen inkluderer kun logaritmisk differanse i realkapital og populasjon som forklaringsvariabler. Logaritmisk differanse for realkapital inntreffer med positiv koeffisient i alle spesifikasjonene, og den er statistisk signifikant i de aller fleste spesifikasjonene. Unntaket er modell 4 der vi finner en insignifikant effekt. Når det gjelder koeffisienten for populasjon finner vi at den er statistisk insignifikant i samtlige spesifikasjoner. Den er dessuten positiv kun i modell 1 og negativ i de resterende.

Modell 1 utvides, og humankapital inkluderes som en ordinær produksjonsfaktor i modell 2. Estimaten for realkapital og populasjon forandrer seg svært lite i forhold til modell 1. Det mest slående resultatet er imidlertid koeffisienten for den logaritmiske differansen i humankapital. Hvis akkumulasjon av humankapital bidrar til økonomisk vekst, vil koeffisienten for beholdningsendringen være positiv. Regresjonsestimatene viser at koeffisienten er negativ og statistisk insignifikant. Disse estimatene reiser tvil om akkumulasjon av humankapital er en drivkraft bak økonomisk vekst i de nordiske landene. Altså, en modellspesifikasjon der humankapital inntreffer som en produksjonsfaktor på lik linje med populasjon og realkapital vil ikke fange opp viktigheten av utdannelse. Dette ble også påpekt av Nelson og Phelps (1966).

Tabell 2: Regresjonsresultater fra vekstregnskapsmodellen. Avhengig variabel: $d\ln Y$.

	(1)	(2)	(3)	(4)
Konstant	0.038 (0.026)	0.050*** (0.026)	0.613 (0.450)	0.677 (0.578)
d(ln K)	0.503* (0.134)	0.533* (0.133)	0.409** (0.165)	0.369*** (0.198)
d(ln L)	0.030 (0.612)	-0.031 (0.62)	-0.114 (0.613)	-0.374 (1.176)
d(ln H)	-	-0.290 (0.187)	-0.267 (0.186)	-0.391 (0.220)
ln Y_0	-	-	-0.056 (0.045)	-0.063 (0.056)
Dummy-Finland	-	-	-	0.030 (0.041)
Dummy-Island	-	-	-	0.035 (0.055)
Dummy-Norge	-	-	-	0.049 (0.039)
Dummy-Sverige	-	-	-	0.012 (0.035)
Observasjoner	40	40	40	40
R^2 justert	0.289	0.315	0.326	0.280

$d\ln X$ betyr logaritmisk differanse for variabel X. Standardavvik er oppgitt i parentesene

**5 % konfidensnivå

* 1 % konfidensnivå

Den typiske makroøkonomiske vekstmodellen er motivert av konvergensteori der blant annet initial inntekt inngår¹⁷. Logaritmen til denne variabelen inkluderes i modell 3, men dette endrer ikke koeffisienten for humankapital nevneverdig. Den er fremdeles negativ og insignifikant i denne spesifikasjonen. Rollen til initial inntekt kan virke uklar i regresjonen. I neste delkapittel blir det vist at denne variabelen kan fungere som proxy for initial teknologisk fremgang der den negative koeffisienten kan tolkes som en innhentingseffekt.

¹⁷ Krueger og Lindahl (1999)

I likhet med nivåregresjonene testes eventuelle landeffekter ved å inkludere dummyer for hvert av de nordiske landene, der Danmark er fremdeles referanselandet. Selv når vi inkluderer dummyer for de ulike landene holder resultatene. Humankapital er fortsatt negativ og insignifikant. Det eksisterer heller ikke noen særlige landeffekter, noe vi ser fra modell 5 i tabell 2.

4.3 Modellen til Benhabib og Spiegel

Den alternative modellen til Benhabib og Spiegel (1994) som ble presentert i kapittel 2.5 viser at humankapital kan påvirke vekst i inntekt per capita gjennom to kanaler. Den første er den endogene vekstkomponenten, $g(H)$ som har en direkte påvirkning på teknologivekst. Den andre er innhentingseffekten som forteller at en økonomi med mye humankapital vil lettere kunne ta i bruk tilgjengelig teknologi. Det følger dermed at denne alternative modellen tillater bruk av humankapital på nivåform i forklaringen på økonomisk vekst. En modell som erstatter (2') spesifiseres derfor først. For land i har vi:

$$(2'') \quad (\log Y_{it} - \log Y_{it-5}) = (\log A_{it} - \log A_{it-5}) + \alpha(\log K_{it} - \log K_{it-5}) + \beta(\log L_{it} - \log L_{it-5}) \\ + \gamma \overline{\ln H_{it}} + (\log \varepsilon_{it} - \log \varepsilon_{it-5}) \quad t = 1965, 1970, \dots, 2000$$

Forskjellen fra (2') ligger i at den logaritmiske differansen for humankapital har blitt erstattet med gjennomsnittet til logaritmisk humankapitalnivå, $\overline{\ln H_{it}}$. Ettersom årlige observasjoner for humankapital ikke er tilgjengelig, brukes $1/2(\ln H_{it} + \ln H_{it-5})$ som proxy for gjennomsnittet til logaritmisk humankapitalnivå for hver periode og for hvert land. Estimeringen av denne spesifikasjonen er gitt i tabell 3. Modell 1 viser at koeffisientene for realkapital og populasjon inntreffer med sine forventede verdier, men det er kun førstnevnte som er signifikant. Den mer interessante observasjonen er humankapital som fremdeles er negativ og insignifikant i forklaringen på økonomisk vekst. Vi ser dermed at humankapital i både nivå- og vekstform inntreffer insignifikant når vi bruker det nordiske datasettet i likning (2') og (2'').

Tabell 3: Regresjonsresultater fra alternativ modell i Benhabib og Spiegel (1994). Avhengig variabel: $d\ln Y$.

	(1)	(2)	(3)	(4)
Konstant	0.119 (0.172)	1.001 (0.561)	1.660** (0.758)	-0.075 (0.093)
d(ln K)	0.469* (0.153)	0.354** (0.165)	0.298 (0.197)	0.606* (0.140)
d(ln L)	-0.047 (0.653)	0.107 (0.648)	-0.918 (1.235)	-0.089 (0.578)
$\overline{\ln H}$	-0.034 (0.071)	0.120 (0.117)	0.273 (0.162)	-
$\ln Y_0$	-	-0.123 (0.075)	-0.223** (0.103)	-
\overline{H}	-	-	-	-0.021** (0.009)
$\overline{H}(Y_{\max} / Y)$	-	-	-	0.028* (0.008)
Dummy-Finland	-	-	0.018 (0.039)	-
Dummy-Island	-	-	0.075 (0.064)	-
Dummy-Norge	-	-	0.038 (0.038)	-
Dummy-Sverige	-	-	-0.017 (0.036)	-
Observasjoner	40	40	40	40
R^2 justert	0.274	0.307	0.273	0.430

$d\ln X$ betyr logaritmisk differanse for variabel X. Standardavvik er oppgitt i parentesene.

**5 % konfidensnivå

* 1 % konfidensnivå

Som det har blitt nevnt i kapittel 2, trenger ikke det landet som er godt beriket med humankapital og alltid være høyvekstlandet. Dette kommer som sagt tidligere av innhentingseffekten. Dermed kan modell 1 være misspesifisert. For å ta høyde for forskjeller i initiale teknologinivåer på tvers av land, inkluderer Benhabib og Spiegel initialt inntektsnivå for å fange rollen til innhentingseffekten. Her finner de at humankapital inntreffer både positivt og signifikant. Dette resultatet foreslår at innhentingseffekten står som et signifikant element i økonomisk vekst, og land med høyere utdannelse har tendens til å stenge teknologigapet raskere enn andre. I tråd med deres arbeid gjøres dette også i modell

2. I motsetning til de positive resultatene til Benhabib og Spiegel kan ikke de samme resultatene finnes i regresjonen med de nordiske dataene. Koeffisienten for gjennomsnittlig humankapitalnivå får et positivt fortegn, men er fremdeles insignifikant. Initial inntekt inntreffer også insignifikant i forklaringen av økonomisk vekst. Ved inkludering av land-dummys i modell 3 får koeffisienten for initial inntekt en negativ og signifikant effekt på fem prosent konfidensnivå, men koeffisienten for gjennomsnittlig humankapitalnivå er fremdeles insignifikant og reduseres betydelig i verdi. Det eksisterer heller ingen signifikante landeffekter i denne spesifikasjonen.

Modell 4 tar for seg den strukturelle spesifikasjonen til Benhabib og Spiegel (1994) som ble utledet i kapittel 2.5. I motsetning til likning (25) som tok for seg kun en periode fra tid 0 til T, ser vi nå på femårsperioder fra 1960 til 2000. Estimeringsuttrykket for land i blir derfor slik:

$$(25') \quad (\log Y_{it} - \log Y_{it-5}) = c + (g - m)\overline{H}_{it} + m\overline{H}_{it} \left(\frac{Y_{\max,t-5}}{Y_{it-5}} \right) + \alpha(\log K_{it} - \log K_{it-5}) \\ + \beta(\log L_{it} - \log L_{it-5}) + (\log \varepsilon_{it} - \log \varepsilon_{it-5}) \quad , t=1965, 1970, \dots, 2000$$

I tråd med arbeidet til Benhabib og Spiegel (1994) bruker jeg gjennomsnittlig humankapital for hver observasjonsperiode, \overline{H}_{it} . Ettersom årlige observasjoner for humankapital ikke er tilgjengelig, brukes $1/2(H_{it} + H_{it-5})$ som proxy for gjennomsnittet humankapital for hver periode og for hvert land.

I likhet med Benhabib og Spiegel vil BNP per capita fungere som en proxy for teknologinivået. Y_{\max} representerer teknologien til det ledende landet. Til enhver periode har høyeste initiale Y blant de nordiske landene blitt brukt som Y_{\max} . Altså, for perioden t til t-5 har $Y_{\max,t-5}$ blitt definert som den høyeste Y i datasettet for år t-5.

Resultatene viser at i likhet med vekstregnskapsmodellen er koeffisienten for logaritmisk differanse i populasjon negativ og insignifikant. Koeffisienten for $d(\ln K)$ har omtrent samme verdi som tidligere og er fortsatt signifikant på en prosent konfidensnivå. Det som er interessant i denne analysen er humankapitalvariabelen. Koeffisienten for innhentingseffekten er positiv og signifikant på en prosent konfidensnivå, noe som indikerer at innhenting er en viktig faktor bak økonomisk vekst. Innovasjonskoeffisienten er imidlertid

negativ, men signifikant på fem prosent konfidensnivå¹⁸. Dette siste fenomenet er høyst overraskende. Man skulle tro at innovasjonseffekten er viktig for godt utviklede land, og at innhentingseffekten er viktigst for lite utviklede land. Dette vil si at vi forventer at den nordiske koeffisienten for innovasjonseffekten skulle ha vært positiv, noe den ikke er. I motsetning til vekstregnskapsmodellen spiller humankapital en rolle i modellspesifikasjonen til Benhabib og Spiegel, og det gjennom to kanaler.

4.4 KRUEGER OG LINDAHL

Resultatene som ble presentert i forrige delkapittel kan finne støtte i mange andre flerlandsregresjoner som Barro og Sala-i-Martin (1995), Klenow og Rodriguez-Clare (1997) og Islam (1995). Disse studiene finner at det er selve utdanningsnivået, og ikke økt utdanningsnivå, som bidrar til økonomisk vekst. Dette er likevel et overraskende resultat som står i kontrast til økonomisk teori¹⁹. Det er mer naturlig å forvente at et land som investerer mye i utdanning og dermed øker den gjennomsnittlige humankapitalen til arbeidskraften burde vokse raskere, slik som Lucas (1988) argumenterer for. Mange økonomer har derfor prøvd å finne forklaringer på hvorfor økt utdanningsnivå har en insignifikant effekt på økonomisk vekst. En mulig forklaring på dette problemet er målefeil som er beskrevet i kapittel 3, og slike feil trekker estimatene mot null i forhold til deres sanne verdi. Krueger og Lindahl (1999) analyserer dette problemet nærmere. De peker på at de ovennevnte resultatene skyldes ikke en dårlig økonomisk prediksjonsevne, men heller problemet med måling av humankapital. Det argumenteres for at beholdninger av humankapital er målt mindre presist enn differanser på tvers av land. Krueger og Lindahl viser videre til at problemet med målefeil blir større når en modell estimeres på differanseform. De finner dermed at resultatene i Benhabib og Spiegel er påvirket av målefeil i variabelen for humankapital. Etter en nærmere undersøkelse der de minimerer målefeilen, oppdager de at både initialt utdanningsnivå og vekst i utdanningsnivå er positivt

¹⁸ Det er verdt å merke seg at koeffisientestimatet ($g-m$) er tilstrekkelig stort nok i absoluttverdi slik at koeffisienten g er positiv.

¹⁹ Storesletten (1999).

korrelert med økonomisk vekst. Dette er et viktig resultat, og deres funn er robust i flere modellspesifikasjoner.

Krueger og Lindahl (1999) utvider regresjonene til Benhabib og Spiegel (1994) og tester ulike modellspesifikasjoner. Det kan være interessant å analysere noen av deres spesifikasjoner²⁰ ved å ta i bruk det nordiske datasettet. Dette har blitt gjort nedenfor og resultatene er oppsummert i tabell 4.

Tabell 4: Regresjonsresultater fra spesifikasjonene til Krueger og Lindahl. Avhengig variabel: $d\ln Y$.

	Log humankapital			Lineær humankapital		
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
Konstant	0.613 (0.450)	0.858 (0.576)	1.680* (0.495)	0.540 (0.456)	0.995 (0.629)	1.823* (0.564)
d(ln H)	-0.267 (0.187)	-0.181 (0.226)	-0.091 (0.230)	-	-	-
$\ln H_0$	-	0.086 (0.124)	0.100 (0.125)	-	-	-
DH	-	-	-	-0.030 (0.020)	-0.019 (0.023)	-0.010 (0.024)
H_0	-	-	-		0.014 (0.013)	0.015 (0.014)
$\ln Y_0$	-0.056 (0.044)	-0.100 (0.078)	-0.181** (0.074)	-0.048 (0.045)	-0.108 (0.073)	-0.187* (0.068)
d(ln K)	0.409** (0.165)	0.393** (0.168)	-	0.411** (0.165)	0.393** (0.165)	-
d(ln L)	-0.114 (0.614)	0.017 (0.648)	-	-0.120 (0.614)	0.055 (0.635)	-
Observasjoner	40	40	40	40	40	40
R^2 justert	0.326	0.316	0.236	0.328	0.330	0.247

$d\ln X$ betyr logaritmisk differanse for variabel X. dX betyr lineær differanse for variabel X. Standardavvik er oppgitt i parentesene.

**5 % konfidensnivå

* 1 % konfidensnivå

²⁰ Disse spesifikasjonene er basert på tabell 2 i Krueger og Lindahl (1999)

Topel (1998) argumenterer for at de insignifikante resultatene til Benhabib og Spiegel (1994) oppstår på grunn av den logaritmiske spesifikasjonen på utdanning. Denne spesifikasjonen er riktig hvis man antar at humankapital inntreffer lineært i en Cobb- Douglas funksjon. Det kan argumenteres for å spesifisere humankapital som en eksponentiell funksjon av utdanning i Cobb- Douglas produktfunksjon, slik at endring i utdanning inkluderes lineært i vekstmodellen. Tabell 4 tar derfor for seg humankapital på både lineær og logaritmisk form.

Den typiske makroøkonomiske vekstmodellen er motivert av konvergensteori der blant annet initial inntekt og humankapital inngår. I samtlige spesifikasjoner inkluderes derfor logaritmen til initial inntekt. I modell 2, 3, 5 og 6 analyseres effekten fra initial humankapital. Modell 1 er en gjentakelse av modell 2 i tabell 3. Fra denne modellen konkluderer Benhabib og Spiegel med at det er nivået på humankapital, og ikke differansen som påvirker økonomisk vekst. Modell 4 minner om modell 1, men her brukes humankapital på lineær differanseform istedenfor logaritmisk differanseform. Til tross for denne forskjellen har humankapital en fortsatt insignifikant effekt, noe som er i tråd med funnene til Krueger og Lindahl. Modell 2 og 5 bygger videre på de foregående modellene og inkluderer initial inntekt på henholdsvis logaritmisk og lineær form. I begge tilfellene finner vi insignifikante resultater for humankapital.

Krueger og Lindahl finner at realkapital er nøkkelen til Benhabib og Spiegels funn av en insignifikant effekt fra endring i humankapital²¹. Når de ekskluderer realkapital fra estimeringsuttrykket, får humankapital en signifikant effekt på økonomisk vekst, både på logaritmisk og lineær form. Dette er dessverre ikke i tråd med det som vi ser fra modell 3 og 6 i tabellen. Til tross for at realkapital og populasjon fjernes fra regresjonen forblir koeffisientene for humankapitalendring og initial humankapital insignifikante.

²¹ Et standard økonometrisk resultat er endogenitetsproblemet. Koeffisientene kan bli forventningsskjevne hvis endogene variabler blir ved en feil inkludert som eksogene. Derfor har det i enkelte tilfeller ikke blitt inkludert endringer i humankapital og realkapital som kan ansees som endogene. Det kan for eksempel tenkes at en økning i humankapitalen skyldes økonomisk vekst. Krueger og Lindahl diskuterer endogenitetsproblemet tilknyttet realkapital, og de ekskluderer den i visse spesifikasjoner.

5. Konklusjon

Ved å ta utgangspunkt i de nordiske landene har denne oppgaven prøvd å forklare *hvordan* humankapital påvirker økonomisk vekst. Analysen har blitt basert på Benhabib og Spiegel (1994) som ser på to hovedmekanismer for sammenhengen mellom humankapitalen og økonomisk vekst, nemlig Lucastilnærmingen og Nelson-Phelps og Romer sin tilnærming. Til tross for at humankapital skaper vekst ved å øke læreevne i begge modellene, er det fremdeles ulikheter mellom dem. I Lucas sin modell er det akkumulering av humankapitalen som bidrar til økonomisk vekst ettersom humankapital blir betraktet som en ordinær produksjonsfaktor. I modellen som kombinerer Nelson og Phelps (1966) med Romer (1990) er det humankapitalbeholdningen som skaper økonomisk vekst.

Estimeringsresultatene for disse to modellene er stort sett i samsvar med Benhabib og Spiegel (1994). Ved bruk av humankapital som en ordinær produksjonsfaktor i et vekstregnskapsrammeverk får humankapitalvekst en insignifikant og negativ effekt på økonomisk vekst. Disse estimatene reiser tvil om akkumulasjon av humankapital er en drivkraft bak økonomisk vekst i Norden. Altså, en modellspesifikasjon der humankapital inntreer som en produksjonsfaktor på lik linje med arbeidskraft og realkapital vil ikke fange opp viktigheten av utdanning. Dette ble også påpekt av Nelson og Phelps (1966).

Den alternative modellen til Benhabib og Spiegel der teknologiutviklingen er avhengig av humankapitalnivå gir mer oppløftende resultater. Funn fra regresjonene tilsier at humankapitalnivå (målt som et gjennomsnitt for hver observasjonsperiode) har en signifikant effekt på økonomisk vekst gjennom både en innovasjons- og innhentingseffekt. Koeffisienten for førstnevnte er overraskende negativ, mens innhentingseffekten inntreer positivt i forklaringen på økonomisk vekst. Den statistisk signifikante effekten fra innovasjons- og innhentingskanalen tilsier dermed at det er selve utdanningsnivået og ikke økt utdanning som påvirker økonomisk vekst.

Det er imidlertid viktig å stille seg kritisk til disse resultatene. Krueger og Lindahl (1999) peker på at de ovennevnte resultatene skyldes problemet med måling av humankapital. De viser videre til at problemet med målefeil blir større når en modell estimeres på differanseform. Som en følge av Krueger og Lindahls kritikk mot resultatene i Benhabib og Spiegel, estimeres enkelte av deres spesifikasjoner i denne oppgaven. Disse inkluderer

logaritmiske og lineære former for initial humankapitalbeholdning og akkumulasjon av humankapital. I motsetning til Krueger og Lindahl som påviser at initial beholdning har en signifikant effekt på økonomisk vekst, er det ikke funn av dette i denne oppgaven.

Regresjonsresultatene viser også at differanseformene for humankapital inntreffer med negativt fortegn, noe som skjer konsekvent gjennom hele oppgaven. Det innføres restriksjon om konstant skalautbytte i realkapital og arbeidskraft for samtlige spesifikasjoner i denne oppgaven, men dette får likevel ikke nevneverdige effekter for de allerede oppnådde estimatene.

Til tross for at de statistiske estimatene tilsier at det er selve humankapitalnivået, og ikke endring i humankapitalnivået eller initial beholdning av humankapital, som påvirker den økonomiske veksten i Norden, er jeg ikke i stand til å dra en endelig konklusjon. Dette skyldes først og fremst de ovennevnte svakhetene som Krueger og Lindahl (1999) peker på. En del forbedringer har forekommet, men det er fremdeles vanskelig å finne et mål som inkluderer alle faktorer som bør komme inn under en variabel for humankapital. I tillegg har innsamling og bearbeidelse av data vært preget av unøyaktighet. Utfordringen fremover blir derfor å jobbe med utvikling av et mer solid og konsistent mål for humankapital.

Det valgte rammeverket for denne oppgaven har også andre svakheter. De nordiske landene er muligens altfor like når det gjelder økonomisk levestandard, noe som kan medføre for liten variasjon i humankapital og økonomisk vekst mellom landene for den estimerte perioden. Alle de ulike regresjonene består dessuten av få observasjoner, og dette gir enda en grunn til å være skeptisk til denne oppgavens resultater. For fremtidig forskning vil det være mer hensiktsmessig å foreta en slik studie ved å inkludere flere land med ulike økonomiske levestandarder over en lengre tidsperiode. På denne måten oppnås det forhåpentligvis større variasjon mellom observasjonene.

Til slutt kan det nevnes at Minste kvadraters metode har blitt benyttet som estimeringsmetode i denne oppgaven, men det er ikke nødvendigvis den mest hensiktsmessige. Ettersom det ikke har blitt foretatt en residualanalyse som kan avsløre for eksempel heteroskedastisitet eller autokorrelasjon er det ikke utenkelig at det finnes andre estimeringsmetoder som kunne ha gitt andre resultater. Videre er det mulig å tenke seg at resultatene er forstyrret av at årsakspilen til en viss grad kan gå den andre veien, altså at økonomisk vekst påvirker nivå eller vekst i humankapitalen. Å avdekke dette ville kreve

andre metoder enn det som er benyttet her. Disse manglene kan utforskes nærmere i fremtiden.

Referanseliste

Barro, R., Lee, J-W. (2001) "International data on educational attainment: updates and implications", Oxford Economic Papers 3, 541-563

Barro, Robert J. og Xavier Sala-i-Martin (1995): Economic growth, New York: McGraw-Hill

Barro, Robert J. og Xavier Sala-i-Martin (2004): *Economic Growth*, New York: McGraw-Hill

Benhabib, Jess og Mark M. Spiegel (1994): The role of human capital in economic development. Evidence from aggregate cross-country data, *Journal of Monetary Economics*, 34, 143-173.

Bjørklund, A. (1999): Utbildningspolitik och utbildningens lönsamhet, i L. Calmfors og M. Persson (eds). Tillvekst och ekonomisk politik, Lund: Studentlitteratur.

Gollin, D. (1998), Getting Income Shares Right: Self Employment, Unincorporated Enterprise, And the Cobb- Douglas Hypothesis, Mimeo., Williams College

Heston, A. Summers, R. Aten B. (2006) " *Penn World Table Version 6.2*", Center for International Comparisons of Production, Income and Prices at the University of Pennsylvania, <http://pwt.econ.upenn.edu/>

Hægeland, T., T.J. Klette og K.G. Salvanes (1999): Declining returns to education in Norway? Comparing estimates across cohorts, sectors and over time, *Scandinavian Journal of Economics*, 101, 555-576.

Hægeland, T. og J. Møen (2000): Betydningen av høyere utdanning og akademisk forskning for økonomisk vekst – En oversikt over teori og empiri, Statistisk sentralbyrå Rapport 10/2000.

Islam, Nasrul (1995): Growth Empirics: A Panel Data Approach, *Quarterly Journal of Economics*, 110, 1127-1170.

-
- Jones, Charles I. (1995a): R&D-based Models of Economic Growth, *Journal of Political Economy*, 103, 759-784.
- Jones, Charles I. (1995b): Time Series Tests of Endogenous Growth Models, *Quarterly Journal of Economics*, 110, 495-525.
- Klenow, Peter J. og A. Rodriguez-Clare (1997): The Neoclassical Revival in Growth Economics: Has It Gone Too Far? *NBER Macroeconomics Annual*, 73-114
- Klenow, Peter J. og A. Rodriguez Clare (1997): The Neoclassical Revival in Growth Economics: Has it Gone too Far? *NBER Macroeconomics Annual*, 73-114.
- Klette, Tor Jakob: Økonomisk vekst. I: NOU 2000:21 En strategi for sysselsetting og verdiskaping. Oslo, -1, Akademika
- Krueger, Alan B. og Mikael Lindahl (1999): Education for Growth in Sweden and the World, NBER Working Paper No. 7190, Cambridge, Massachusetts
- Lucas, Robert E. (1988): On the Mechanics of Economic Development, *Journal of Monetary Economics*, 22, 3-42.
- Moen, O.C. (2001): En sammenligning av ulike datasett, Mimeo Statistisk sentralbyrå.
- Mulligan, C.B og X. Sala-i-Martin (2000): Measuring Aggregate Human Capital, *Journal of Economic growth*, 5, 215-252.
- Nelson, Richard R. og Edmund S. Phelps (1966): Investment in Humans, Technological Diffusions, and Economic Growth, *American Economic Review*, 61, 69-75.
- Romer, Paul M. (1990): Endogenous Technological Change, *Journal of Political Economy*, 98, S71-S102.
- Steigum, Erling (2004) *Moderne makroøkonomi*, Oslo: Gyldendal Norsk Forlag AS
- Studenmund, A.H. (2001) *Using econometrics: A practical guide*. Pearson Higher Education
- Sydsæter, K. (2003) "Matematisk analyse bind 1", Oslo: Gyldendal Norsk Forlag.

Topel, Robert (1999): Labor Markets and Economic Growth, i Orley Ashenfelter og David Card (red.): *Handbook of Labor Economics*, vol. 3, Amsterdam: Elsevier Science Publishers.

Wøssmann, L. (2003): Specifying human capital, *Journal of Economics Surveys* 17 (3), 239-270.

Appendiks

Appendiks A. Modellspesifikasjoner med konstant skalautbytte

Noen av resultatene som er oppnådd i kapittel 4 virker urimelige. I de fleste spesifikasjonene finner vi en høy og veldig signifikant koeffisient for realkapital. I en konkurransedyktig Cobb- Douglas økonomi bør koeffisienten for kapitalvekst være lik kapitalens andel av inntekten. Gollin (1998) estimerer arbeidskraftens andel til å være mellom 0.65 og 0.80. Dette betyr at kapitalandelen ikke bør være høyere enn mellom 0.20 og 0.35. Systematisk korrelasjon mellom målefeil i realkapital og BNP og endogen realkapital kan være grunner til den høye og signifikante koeffisienten for realkapital (Kruger og Lindahl 1999).

En stor del av regresjonene i kapittel 4 viser dessuten insignifikante estimater for humankapital. Det kan derfor være interessant å innføre en restriksjon om konstant skalautbytte i arbeidskraft og realkapital for forhåpentligvis å få bedre estimater på den variabelen vi er mest interessert i, nemlig humankapitalen. Alle modellene fra kapittel 4 blir estimert igjen nedenfor. Eneste forskjellen nå er antakelsen om konstant skalautbytte som medfører at variablene for realkapital og sysselsetting blir erstattet med en variabel for realkapital per capita. Resultater fra regresjonene er vist nedenfor. Ettersom modellene allerede er kommentert i kapittel 4, følger kun en kort kommentar til regresjonene nedenfor der fokus er på variabelen for humankapital.

A-1 Nivåregresjoner

Utgangspunktet er fortsatt en Cobb- Douglas funksjon. For land i har vi følgende sammenheng

$$(a-1) \quad Y_{it} = A_{it} K_{it}^{\alpha} L_{it}^{\beta} \varepsilon_{it}$$

der

Y = BNP per capita

A = Totalfaktorproduktivitet

K = Realkapital

L = Arbeidskraft

α = elastisiteten til realkapital i en standard produktfunksjon.

β = elastisiteten til arbeidskraft i en standard produktfunksjon minus 1.

Antakelsen om konstant skalautbytte i realkapital og arbeidskraft innebærer

$$(a-2) \quad \beta + \alpha = 0$$

Ved å sette (a-2) inn i (a-1) får vi følgende sammenheng mellom BNP per capita og realkapital per capita $\left(\frac{K}{L}\right)$:

$$(a-3) \quad Y_{it} = A_{it} \left(\frac{K}{L}\right)_{it}^{\alpha} \varepsilon_{it}$$

Bruk av logaritmer gir dette estimeringsuttrykket:

$$(a-4) \quad \ln Y_{it} = \ln A_{it} + \alpha \ln \left(\frac{K}{L}\right)_{it} + \ln \varepsilon_{it} \quad , t = 1960, 1970, \dots, 2000.$$

Estimeringsresultatene er vist i tabell A-1. Disse regresjonene korresponderer med de som er allerede oppsummert i tabell 1 under kapittel 4.1. Forskjellen er at tidligere inngikk realkapital og arbeidskraft som forklaringsvariabler. Nå har disse blitt erstattet med realkapital per capita.

Tabell A-1: Regresjonsresultater fra produktfunksjon på nivåform. Avhengig variabel: $\ln Y$.

	(1)	(2)	(3)	(4)
Konstant	-3.053* (0.838)	-0.434 (0.932)	4.920* (1.527)	-0.005 (1.106)
$\ln(K/L)$	0.726* (0.048)	0.505* (0.065)	0.193** (0.094)	0.540* (0.069)
$\ln H$	-	0.601 (0.139)	0.554* (0.119)	0.062 (0.107)
Tid	-	-	0.012* (0.003)	0.007* (0.002)
Dummy-Finland	-	-	-	-0.185* (0.034)
Dummy-Island	-	-	-	-0.075** (0.034)
Dummy-Norge	-	-	-	0.139* (0.032)
Dummy-Sverige	-	-	-	-0.050*** (0.027)
Observasjoner	45	45	45	45
R^2 justert	0.841	0.887	0.918	0.974

$\ln X$ betyr den naturlige logaritmen til variabel X. Standardavvik er oppgitt i parentesene.

**5 % konfidensnivå

* 1 % konfidensnivå

Tabell A-1 viser at realkapital per capita inntreer signifikant og med et positivt fortegn alle i spesifikasjonene. Koeffisientverdiene er stort sett lik de som er estimert under kapittel 4.1 og samtidig langt høyere enn det Gollin (1998) påpeker. Unntaket er modell 3 der innføring av land- dummyer ser ut til å senke verdien på denne koeffisienten ned til 0.20, noe som er i nærheten av det vi kan forvente. Det som er mer interessant med innføring av antakelse om konstant skalautbytte er hvordan koeffisienten for humankapital endres. Den faller i verdi for samtlige spesifikasjoner, men ikke betydelig. Hvorvidt koeffisienten er signifikant eller ikke påvirkes dermed ikke av antakelse om konstant skalautbytte i dette tilfellet.

A-2 Estimering av vekstregnskapsmodellen

Ved å ta i bruk (a-3) og logaritmisk differensiering får vi følgende estimeringsuttrykk:

$$(a-5) \quad (\ln Y_{it} - \ln Y_{it-5}) = (\ln A_{it} - \ln A_{it-5}) + \alpha(\ln(K/L)_{it} - \ln(K/L)_{it-5}) + (\ln \varepsilon_{it} - \varepsilon_{it-5})$$

der $t = 1965, 1970, \dots, 2000$.

Estimeringsresultatene er vist i tabell A-2. Disse regresjonene er sammenlignbare med de som er allerede oppsummert i tabell 2 under kapittel 4.2. Forskjellen er at tidligere inngikk endring realkapital og arbeidskraft som forklaringsvariabler. Nå har disse blitt erstattet med endring i realkapital per capita.

Tabell A-2: Regresjonsresultater fra vekstregnskapsmodellen. Avhengig variabel: $d\ln Y$.

	(1)	(2)	(3)	(4)
Konstant	0.049** (0.022)	0.060** (0.023)	0.688 (0.418)	0.672 (0.509)
d(ln(K/L))	0.530* (0.128)	0.559* (0.127)	0.410** (0.159)	0.371 (0.191)
d(ln H)	-	-0.299 (0.186)	-0.271 (0.184)	-0.394 (0.216)
ln Y_0	-	-	-0.063 (0.042)	-0.062 (0.050)
Dummy-Finland	-	-	-	0.030 (0.039)
Dummy-Island	-	-	-	0.035 (0.036)
Dummy-Norge	-	-	-	0.049 (0.038)
Dummy-Sverige	-	-	-	0.015 (0.036)
Observasjoner	40	40	40	40
R^2 justert	0.293	0.322	0.344	0.306

$d\ln X$ betyr logaritmisk differanse for variabel X. Standardavvik er oppgitt i parentesene.

**5 % konfidensnivå

* 1 % konfidensnivå

Endring i realkapital per capita inntreer signifikant og med et positivt fortegn i alle spesifikasjonene. Antakelsen om konstant skalaутbytte viser at det er bortimot ingen endringer i koeffisienten for akkumulasjon av humankapital. Endring i humankapital inntreer fortsatt insignifikant og med et negativt fortegn i forklaringen på økonomisk vekst i Norden

A-3 Estimering av modellen til Benhabib og Spiegel

Restriksjon om konstant skalaутbytte i arbeidskraft og realkapital medfører at endring i realkapital og arbeidskraft fra modell 1-3 i tabell 4.3 blir erstattet med endring i realkapital per capita i tabell A-3. Estimeringsuttrykket for disse tre modellene blir derfor

$$(a-6) \quad (\ln Y_{it} - \ln Y_{it-5}) = (\ln A_{it} - \ln A_{it-5}) + \alpha(\ln(K/L)_{it} - \ln(K/L)_{it-5}) \\ + \gamma \overline{\ln H_{it}} + (\log \varepsilon_{it} - \log \varepsilon_{it-5}) \quad , t = 1965, 1970, \dots, 2000.$$

Når det gjelder den alternative modellen til Benhabib og Spiegel er det samme forskjell, og modell 4 i tabell A-3 er derfor regresjon av følgende estimeringsuttrykk

$$(a-7) \quad (\log Y_{it} - \log Y_{it-5}) = c + (g - m)\overline{H}_{it} + m\overline{H}_{it} \left(\frac{Y_{\max, t-5}}{Y_{it-5}} \right) \\ + \alpha(\log(K/L)_{it} - \log(K/L)_{it-5}) + (\log \varepsilon_{it} - \log \varepsilon_{it-5}) \quad , t = 1965, 1970, \dots, 2000$$

Regresjonsresultatene er vist i tabell A-3, og disse er sammenlignbare med de som er oppsummert tidligere i tabell 3 under kapittel 4.3.

Tabell A-3: Regresjonsresultater fra alternativ modell i Benhabib og Spiegel (1994). Avhengig variabel: $d\ln Y$.

	(1)	(2)	(3)	(4)
Konstant	0.172 (0.153)	1.046*** (0.549)	1.463** (0.644)	-0.039 (0.083)
d(ln(K/L))	0.469* (0.149)	0.360** (0.160)	0.296 (0.192)	0.609* (0.137)
$\overline{\ln H}$	-0.054 (0.066)	0.099 (0.112)	0.246 (0.153)	-
$\ln Y_0$	-	-0.122 (0.074)	-0.198** (0.090)	-
\overline{H}	-	-	-	-0.023** (0.009)
$\overline{H}(Y_{\max} / Y)$	-	-	-	0.028* (0.008)
Dummy-Finland	-	-	0.021 (0.028)	-
Dummy-Island	-	-	0.050 (0.041)	-
Dummy-Norge	-	-	0.033 (0.036)	-
Dummy-Sverige	-	-	-0.013 (0.035)	-
Observasjoner	40	40	40	40
R^2 justert	0.287	0.319	0.291	0.439

$d\ln X$ betyr logaritmisk differanse for variabel X. Standardavvik er oppgitt i parentesene.

**5 % konfidensnivå

* 1 % konfidensnivå

En sammenligning mot tabell 3 viser at det heller her ikke er betydelige forskjeller.

Gjennomsnittet til logaritmisk humankapitalnivå inntreffer fortsatt insignifikanst og med de samme fortegnene for de ulike spesifikasjonene. Modell 4 viser at både innovasjons- og innhentingseffekten er fremdeles signifikante i forklaringen på økonomisk vekst.

A-4 Krueger og Lindahl

I likhet med de foregående modellene er eneste forskjellen fra det som er beskrevet i kapittel 4.4 at realkapital per capita erstatter variablene for realkapital og arbeidskraft. Disse resultatene er oppsummert i tabell A-4 som korresponderer med tabell 4. En antakelse om konstant skalautbytte i realkapital og arbeidskraft har ingen særlig påvirkning på estimatene fra kapittel 4.4, og alle de ulike formene for humankapital inntreffer fortsatt insignifikant i forklaringen på økonomisk vekst i Norden.

Tabell A-4: Regresjonsresultater fra spesifikasjonene til Krueger og Lindahl. Avhengig variabel: $\ln Y$.

	Log humankapital			Lineær humankapital		
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
Konstant	0.688 (0.418)	0.890 (0.563)	1.680* (0.495)	0.614 (0.424)	1.022 (0.617)	1.823* (0.564)
d(ln H)	-0.271 (0.184)	-207 (0.221)	-0.091 (0.230)	-	-	-
$\ln H_0$	-	0.064 (0.118)	0.100 (0.125)	-	-	-
dH	-	-	-	-0.030 (0.020)	-0.021 (0.023)	-0.010 (0.024)
H_0	-	-	-	-	0.012 (0.013)	0.015 (0.014)
$\ln Y_0$	-0.063 (0.042)	-0.097 (0.077)	-0.181** (0.074)	-0.055 (0.042)	-0.108 (0.071)	-0.187* (0.068)
dln(K/L)	0.410** (0.159)	0.400** (0.162)	-	0.412** (0.159)	0.399** (.0160)	-
Observasjoner	40	40	40	40	40	40
R^2 justert	0.344	0.331	0.236	0.346	0.343	0.247

$\ln X$ betyr logaritmisk differanse for variabel X. dX betyr lineær differanse for variabel X. Standardavvik er oppgitt i parentesene.

**5 % konfidensnivå

* 1 % konfidensnivå

APPENDIKS B. DATASETT

Rådata for Danmark

Land	År	Y	K	L	H
DNK	1960	11353,75	108926143270,21	4581,00	9,05
DNK	1965	14162,39	146776128952,74	4758,00	8,77
DNK	1970	16468,13	196914042021,90	4928,76	8,80
DNK	1975	17201,22	253546044436,41	5059,86	8,85
DNK	1980	19018,98	294682096294,92	5123,03	8,98
DNK	1985	20932,78	310646136973,09	5113,69	9,12
DNK	1990	22201,03	345637466428,52	5139,94	9,58
DNK	1995	24542,41	362872457343,62	5227,86	9,39
DNK	2000	27827,28	407776726642,86	5339,61	9,66

Regresjonsdata for Danmark

Land	År	dlnY	dlnL	$\ln Y_0$	dlnK	dlnH	\bar{H}	$\frac{\bar{H}(Y_{\max})}{Y}$	dH	H_0	$\ln H_0$	$\ln \frac{K}{L}$	$d \ln \frac{K}{L}$
DNK	1960											16,98	
DNK	1965	0,22	0,04	9,34	0,30	-0,03	8,91	8,91	-0,28	9,05	2,20	17,24	0,26
DNK	1970	0,15	0,04	9,56	0,29	0,00	8,79	8,79	0,03	8,77	2,17	17,50	0,26
DNK	1975	0,04	0,03	9,71	0,25	0,01	8,83	8,83	0,05	8,80	2,17	17,73	0,23
DNK	1980	0,10	0,01	9,75	0,15	0,01	8,92	8,92	0,13	8,85	2,18	17,87	0,14
DNK	1985	0,10	0,00	9,85	0,05	0,02	9,05	9,29	0,14	8,98	2,19	17,92	0,05
DNK	1990	0,06	0,01	9,95	0,11	0,05	9,35	9,95	0,46	9,12	2,21	18,02	0,10
DNK	1995	0,10	0,02	10,01	0,05	-0,02	9,49	10,25	-0,19	9,58	2,26	18,06	0,03
DNK	2000	0,13	0,02	10,11	0,12	0,03	9,53	11,00	0,27	9,39	2,24		

Rådata for Finland

Land	År	Y	K	L	H
FIN	1960	7674,24	90647020347,16	4430,00	5,40
FIN	1965	9495,16	120031980628,50	4564,00	5,73
FIN	1970	11804,03	154469702484,80	4606,00	6,11
FIN	1975	14010,72	206515931276,29	4711,43	6,66
FIN	1980	15760,84	243039507895,41	4779,54	7,16
FIN	1985	17376,70	283328647580,94	4902,21	7,80
FIN	1990	19883,32	331542464721,27	4986,44	9,38
FIN	1995	18221,53	336025076918,01	5107,80	9,65
FIN	2000	22740,69	357661675679,42	5176,53	9,99

Regresjonsdata for Finland

Land	År	dlnY	dlnL	ln Y ₀	dlnK	dlnH	\bar{H}	$\frac{\bar{H}(Y_{\max})}{Y}$	dH	H ₀	ln H ₀	ln $\frac{K}{L}$	d ln $\frac{K}{L}$
FIN	1960											16,83	
FIN	1965	0,21	8,95	0,03	0,28	0,06	5,57	8,23	0,33	5,40	1,69	17,09	0,25
FIN	1970	0,22	9,16	0,01	0,25	0,06	5,92	8,83	0,38	5,73	1,75	17,33	0,24
FIN	1975	0,17	9,38	0,02	0,29	0,09	6,39	8,91	0,55	6,11	1,81	17,60	0,27
FIN	1980	0,12	9,55	0,01	0,16	0,07	6,91	8,48	0,50	6,66	1,90	17,74	0,15
FIN	1985	0,10	9,67	0,03	0,15	0,09	7,48	9,26	0,64	7,16	1,97	17,87	0,13
FIN	1990	0,13	9,76	0,02	0,16	0,18	8,59	11,01	1,58	7,80	2,05	18,01	0,14
FIN	1995	-0,09	9,90	0,02	0,01	0,03	9,52	11,48	0,27	9,38	2,24	18,00	-0,01
FIN	2000	0,22	9,81	0,01	0,06	0,03	9,82	15,27	0,34	9,65	2,27	18,05	0,05

Rådata for Island

Land	År	Y	K	L	H
ISL	1960	8252,30	3697403314,85	176,00	5,79
ISL	1965	10730,06	4888650812,81	192,00	6,16
ISL	1970	11124,61	6570309017,91	204,10	6,55
ISL	1975	14675,40	9080454098,10	218,03	6,95
ISL	1980	18557,96	11382125990,86	228,16	7,37
ISL	1985	19644,07	13554367837,96	241,40	7,77
ISL	1990	21735,34	15464684158,66	254,79	8,12
ISL	1995	20976,73	16504315901,50	267,48	8,48
ISL	2000	25794,63	19226774392,63	281,28	8,83

Regresjonsdata for Island

Land	År	dlnY	dlnL	$\ln Y_0$	dlnK	dlnH	\bar{H}	$\frac{\bar{H}(Y_{\max})}{Y}$	dH	H_0	$\ln H_0$	$\ln \frac{K}{L}$	$d \ln \frac{K}{L}$
ISL	1960											16,86	
ISL	1965	0,26	9,02	0,09	0,28	0,06	5,98	8,22	0,37	5,79	1,76	17,05	0,19
ISL	1970	0,04	9,28	0,06	0,30	0,06	6,36	8,39	0,39	6,16	1,82	17,29	0,23
ISL	1975	0,28	9,32	0,07	0,32	0,06	6,75	9,99	0,40	6,55	1,88	17,54	0,26
ISL	1980	0,23	9,59	0,05	0,23	0,06	7,16	8,39	0,42	6,95	1,94	17,73	0,18
ISL	1985	0,06	9,83	0,06	0,17	0,05	7,57	7,96	0,40	7,37	2,00	17,84	0,12
ISL	1990	0,10	9,89	0,05	0,13	0,04	7,95	9,01	0,35	7,77	2,05	17,92	0,08
ISL	1995	-0,04	9,99	0,05	0,07	0,04	8,30	9,16	0,36	8,12	2,09	17,94	0,02
ISL	2000	0,21	9,95	0,05	0,15	0,04	8,66	11,69	0,35	8,48	2,14	18,04	0,10

Rådata for Norge

Land	År	Y	K	L	H
NOR	1960	9375,21	57313629948,44	3581,00	5,92
NOR	1965	11363,88	67834829374,61	3723,00	6,11
NOR	1970	13221,76	86485278367,30	3877,39	7,16
NOR	1975	16197,62	121287587147,32	4007,31	7,54
NOR	1980	19521,17	162135728457,76	4085,62	8,15
NOR	1985	22270,49	204624022892,01	4152,56	9,15
NOR	1990	23991,51	260500586993,57	4241,48	11,56
NOR	1995	28343,13	297466898121,20	4359,18	11,70
NOR	2000	33092,15	366762657277,38	4502,17	11,85

Regresjonsdata for Norge

Land	År	dlnY	dlnL	ln Y ₀	dlnK	dlnH	\bar{H}	$\frac{\bar{H}(Y_{\max})}{Y}$	dH	H ₀	ln H ₀	ln $\frac{K}{L}$	d ln $\frac{K}{L}$
NOR	1960											16,59	
NOR	1965	0,19	9,15	0,04	0,17	0,03	6,02	7,28	0,19	5,92	1,78	16,72	0,13
NOR	1970	0,15	9,34	0,04	0,24	0,16	6,64	8,27	1,05	6,11	1,81	16,92	0,20
NOR	1975	0,20	9,49	0,03	0,34	0,05	7,35	9,15	0,38	7,16	1,97	17,23	0,31
NOR	1980	0,19	9,69	0,02	0,29	0,08	7,85	8,33	0,61	7,54	2,02	17,50	0,27
NOR	1985	0,13	9,88	0,02	0,23	0,12	8,65	8,65	1,00	8,15	2,10	17,71	0,22
NOR	1990	0,07	10,01	0,02	0,24	0,23	10,36	10,36	2,41	9,15	2,21	17,93	0,22
NOR	1995	0,17	10,09	0,03	0,13	0,01	11,63	11,63	0,14	11,56	2,45	18,04	0,11
NOR	2000	0,15	10,25	0,03	0,21	0,01	11,78	11,78	0,15	11,70	2,46	18,22	0,18

Rådata for Sverige

Land	År	Y	K	L	H
SWE	1960	10955,10	204811146781,53	7480,00	8,07
SWE	1965	13498,16	263515461532,25	7734,00	8,06
SWE	1970	15685,72	334153644877,51	8042,84	7,98
SWE	1975	17396,38	403660115695,27	8192,57	8,87
SWE	1980	18171,70	452781688697,83	8310,47	9,71
SWE	1985	19530,17	484235735463,19	8350,37	9,46
SWE	1990	21712,55	544507384194,61	8558,83	9,51
SWE	1995	21645,60	570543286988,55	8826,95	11,23
SWE	2000	25231,77	604627983683,03	8877,41	11,41

Regresjonsdata for Sverige

Land	År	dlnY	dlnL	$\ln Y_0$	dlnK	dlnH	\bar{H}	$\frac{\bar{H}(Y_{\max})}{Y}$	dH	H_0	$\ln H_0$	$\ln \frac{K}{L}$	$d \ln \frac{K}{L}$
SWE	1960											17,13	
SWE	1965	0,21	9,30	0,03	0,25	0,00	8,07	8,36	-0,01	8,07	2,09	17,34	0,22
SWE	1970	0,15	9,51	0,04	0,24	-0,01	8,02	8,41	-0,08	8,06	2,09	17,54	0,20
SWE	1975	0,10	9,66	0,02	0,19	0,11	8,43	8,85	0,89	7,98	2,08	17,71	0,17
SWE	1980	0,04	9,76	0,01	0,11	0,09	9,29	9,19	0,84	8,87	2,18	17,81	0,10
SWE	1985	0,07	9,81	0,00	0,07	-0,03	9,59	10,30	-0,25	9,71	2,27	17,88	0,06
SWE	1990	0,11	9,88	0,02	0,12	0,01	9,49	10,82	0,05	9,46	2,25	17,97	0,09
SWE	1995	0,00	9,99	0,03	0,05	0,17	10,37	11,46	1,72	9,51	2,25	17,98	0,02
SWE	2000	0,15	9,98	0,01	0,06	0,02	11,32	14,82	0,18	11,23	2,42	18,04	0,05

Tabellene ovenfor gir en oversikt over datasettet som har blitt anvendt i denne oppgaven (Se kapittel 3 for en nærmere beskrivelse). Rådata er data som har blitt hentet direkte fra Penn World Table 6.2 og Barro og Lee (2001). Regresjonsdata har blitt konstruert ut i fra rådata for å kunne gjennomføre regresjonsanalysene. Her følger en kort beskrivelse av notasjonene:

Y –	BNP per capita
K –	Realkapital
L –	Populasjon målt i tusen
H –	Humankapital
$d\ln Y$ –	BNP per capita på logaritmisk differanseform
$d\ln L$ –	Populasjon på logaritmisk differanseform
$\ln Y_0$ –	Logaritmen til initialt BNP
$d\ln K$ –	Realkapital på logaritmisk differanseform
$d\ln H$ –	Humankapital på logaritmisk differanseform
\bar{H} –	Gjennomsnittlig humankapitalnivå.
$H(Y_{\max}/Y)$ –	Innhentingseffekten fra Benhabib og Spiegel (1994)
dH –	Humankapital på lineær differanseform
H_0 –	Initialt humankapitalnivå
$\ln H_0$ –	Logaritmen til initialt humankapitalnivå
$\ln(K/L)$ –	Logaritmen til realkapital per capita
$d\ln(K/L)$ –	Realkapital per capita på logaritmisk differanseform